

6531/ITS/H/94✓

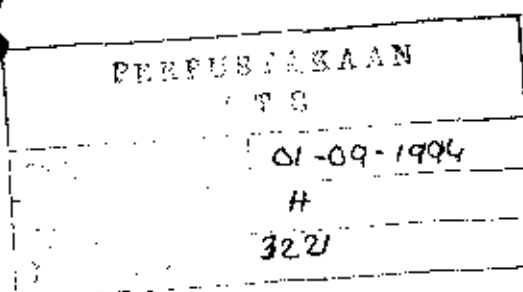
TUGAS AKHIR (LI 1703)

PENELITIAN

**PENENTUAN VOLUME
BAK INTERCONNECTION DAN BAK KONTROL
PADA MODEL FILTER OTOMATIS HIDROLIS**



RSS
628.164
W18
p-1
1994

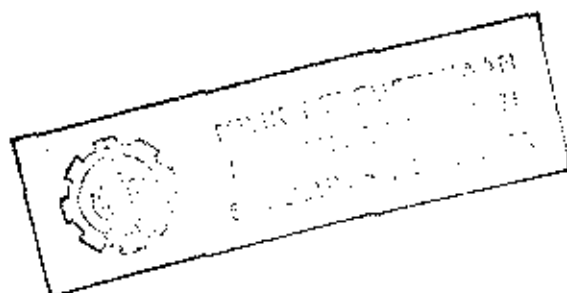


Oleh:

MOEDJI WIDYANTO

NRP. 386 330 0086

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1994**

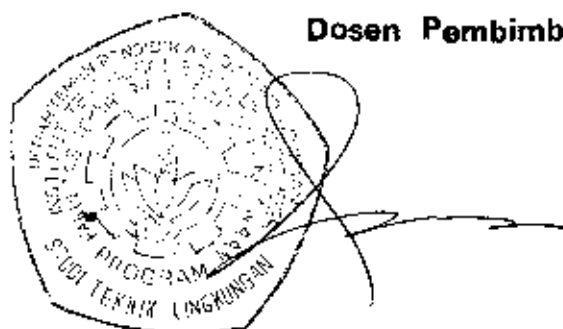


PENENTUAN VOLUME BAK INTERCONNECTION DAN BAK KONTROL PADA MODEL FILTER OTOMATIS HIDROLIS

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Lingkungan
Pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing.**



Ir. R. SONNY SOENARSONO, MS.

NIP. 130 936 831

**S U R A B A Y A
AGUSTUS, 1994**

ABSTRAK

Ide dasar judul ini datang dari Model Filter Otomatis Hidroliis yang sudah ada. Dimana perancang Model Filter Otomatis Hidroliis terdahulu hanya menitik beratkan pada masalah sistim instrumen yang bekerjanya secara hidroliis saja, tanpa adanya rancangan bak di Interconnection sehingga bak interconnection tersebut Volumennya terlalu besar. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai penentuan volume bak Interconnection dan bak kontrol yang sesuai dengan kebutuhan. Metode penelitian didasari dengan perubahan muka air di ketiga bak pada model selama waktu penelitian, dengan mengamati tinggi muka air akan dapat ditentukan besarnya volume bak.

Keuntungan-keuntungan dari filter dengan sistim otomatis hidroliis ini lebih menguntungkan dari filter dengan sistim lain seperti segi operasi dan perawatan (sistim ini tanpa menggunakan peralatan mekanis sehingga biaya operasi lebih murah), tenaga ahli oprator, (sistim ini selama operasi filter seperti waktu back wash dan awal proses filtrasi kembali dikontrol oleh sistim otomatis hidroliis).

Dari Model Filter Otomatis Hidroliis yang sudah ada tersebut bahwa model ini sangat baik nantinya bila diterapkan pada masyarakat yang tak terjangkau oleh layanan air bersih dengan memperhatikan pretreatment yang kualitas air bakunya berfluktuasi. Dari hasil penelitian volume bak Interconnection yang didasari dari analisa profil hidroliis muka air di bak model filter, bahwa volume air back wash (pencucian) rata-rata 2% dari volume produksi air terfilter perharinya.

Hal-hal yang perlu dipelajari yang nantinya dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam pembuatan Filter Otomatis Hidroliis seperti: (1) Sistem Hidroliis dari Filter otomatis itu sendiri, (2) Mempelajari hubungan sistim kerja dari bak Filter bak Interconnection dan bak kontrol yang semuanya berhubungan dengan sistim Hidroliis.

Dengan mempelajari sistim dari ke tiga bak tersebut diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam menentukan besarnya Volume bak Interconnection dan bak kontrol dalam perencanaan Model Filter Otomatis Hidroliis yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas ridho dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul " PENENTUAN VOLUME BAK NTERCONNECTION DAN BAK KONTROL PADA MODEL FILTER OTOMATIS HIDROLIS " .

Tugas Akhir yang telah kami susun ini adalah merupakan salah satu prasyarat untuk mencapai predikat kesarjanaan di Program Studi Teknik Lingkungan ITS. Dalam Tugas Akhir ini kami mencoba untuk menentukan volume dari bak interconnection serta bak kontrol dalam sistem filter secara otomatis hidrolis dengan beberapa keuntungan dan kelebihan dalam sistem pengoperasian di instalasi pengolahan air bersih.

Akan tetapi kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam materi yang kami susun ini masih dijumpai berbagai kekurangan serta kelemahan yang tidak lain adalah karena keterbatasan kemampuan kami, sehingga pada kesempatan ini segala tanggapan dan kritikan yang konstruktif kami terima dengan lapang dada.

Tidak lupa pada kesempatan ini pula kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan yang tulus kepada :

1. Bapak Ibuku tercinta atas doa dan restu yang tiada hentinya ;
2. Bapak DR. Ir. Wahyono Hadi MSc selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP ITS ;
3. Ibu Ir. Nieke Karnaningroem selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan FTSP ITS dan Dosen wali ;

4. Bapak Ir. R Sonny Soenarsono MS selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ;
5. Bapak Ir. Soedjito Katim selaku Direktur Teknik PDAM Surabaya beserta karyawan PDAM Ngagel I Surabaya ;
6. Bapak Ir. Hariwiko Indaryanto MEng atas pengarahan dan saran, kritikan yang disampaikan ;
7. Bapak Ir. Agus Slamet dan Bapak Ir. Joni Hermana MScES atas bantuan dan dukungannya ;
8. Mas Supar, Mbak Nunung, Mas Edy, Mas Anwar atas bantuannya ;
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan atas segala dukungannya.

Akhirnya kami berharap semoga materi yang telah kami sajikan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya , Agustus 1994

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I - 1
1.2. Permasalahan	I - 3
1.3. Tujuan	I - 5
1.4. Ruang Lingkup	I - 6

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. Pengertian Proses Filtrasi	II - 1
2.2. Mekanika Dan Dinamika Filtrasi	II - 4
2.2.1. Mekanika Filtrasi	II - 4
2.2.2. Dinamika Filtrasi	II - 7
2.3. Hidrolika Filtrasi Dan Flow Rate Filtrasi	
2.3.1. Hidrolika Filtrasi	II - 8
2.3.2. Hidrolik Dari Ekspansi Media Di Filter Bed	II -10
2.3.3. Kecepatan Filtrasi	II -13
2.4. Media Filter	II -13
2.4.1. Densitas Media	II -16
2.4.2. Ketahanan Fisik Media	II -16
2.4.3. Porositas Media	II -17

2.4.4.	Ketebalan media	II	-17
2.4.5.	Distribusi Ukuran Media	II	-19
2.5.	Jenis-jenis Filter	II	-23
2.6.	Spesifikasi Teknis		
	Pada Model Filter Otomatis Hidrolis	II	-25
2.6.1.	Bahan Kontruksi Model	II	-25
2.6.2.	Dimensi Dari Model	II	-26
2.6.3.	Dimensi Instrumen Kontrol	II	-28
2.7.	Sistim Kerja		
	Pada Model Filter Otomatis Hidrolis	II	-30
2.7.1.	Sistim Kerja Saat Filtrasi	II	-3
2.7.2.	Sistim Kerja Saat Akhir Filtrasi	II	-31
2.7.3.	Sistim Kerja Saat Proses Pencucian ..	II	-32
2.8.	Kontrol Hidrolis		
	Pada Model Filter Otomatis Hidrolis	II	-34
2.8.1.	Kontrol Hidrolis Saat Filtrasi	II	-34
2.8.2.	Kontrol Hidrolis Saat Akhir Filtrasi	II	-36
2.8.3.	Kontrol Hidrolis Saat Pencucian	II	-37

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Umum	III-	1
3.2.	Bahan Dan Alat	III-	2
3.2.1.	Bahan Yang Digunakan	III-	2
3.2.2.	Alat Yang Digunakan	III-	3
3.3.	Langkah Kerja Penelitian	III-	4
3.4.	Kerangka Kerja Penelitian	III-	5
3.5.	Tahapan Metode Penelitian	III-	7
3.5.1.	Penelitian Media	III-	7
3.5.2.	Penetapan Volume Bak Interconnection Dan Bak Kontrol Dari Model Filter ..	III-	12

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGAMATAN

4.1. Hasil Penelitian

Media PDAM Ngagel I Surabaya IV- 2

4.2. Hasil Pengamatan Dari Pengoperasian

Model Filter IV- 4

BAB V ANALISA DATA

5.1. Analisa Media V - 1

5.2. Penentuan Volume Bak Interconnection

dan Bak Kontrol V - 4

5.2.1. Volume Bak Internnection V - 4

5.2.2. Volume Bak Kontrol V -11

5.3. Prosentase Air Untuk Pencucian Media V -19

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan VI -1

6.2. Saran-saran VI -2

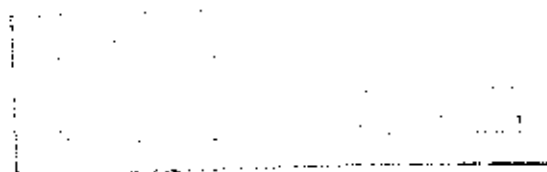
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 : "Perbedaan pengoperasian Filter Lambat dengan Filter Cepat "	II - 3
TABEL 2.2 : "Konstanta b dan n hanya untuk partikel bulat "	II -13
TABEL 2.3 : "Nilai Efektif size (ES) dan koef. Nonunifor (UC) dari beberapa literatur "	II -21
TABEL 2.4 : "Rangkaian Instrumen Model Hidrolis "	II -29
TABEL 3.1 : "Penggunaan Peralatan berdasarkan tingkat kekeruhan "	III -11
TABEL 4.1 : "Hasil ayakan Media PDAM Ngagel I Surabaya "	IV - 3
TABEL 4.2 : "Profil Hidrolis Saat Pengoperasiaan Model dengan $Q = 0,24 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,1 \text{ cm/dt}$	IV - 4
TABEL 4.3 : "Profil Hidrolis Saat Pengoperasiaan Model dengan $Q = 0,336 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,14 \text{ cm/dt}$	IV - 5
TABEL 4.4 : "Profil Hidrolis Saat Pengoperasiaan Model dengan $Q = 0,384 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,16 \text{ cm/dt}$	IV - 6
TABEL 4.5 : "Hasil Pengamatan Saat Terjadi Back Wash dan Lama Proses Filtrasi Dengan $Q_{in} = 0,24 \text{ lt/dt}$ "	IV - 7

TABEL 4.6 : "Hasil Pengamatan Saat Terjadi Back Wash dan Lama Proses Filtrasi Dengan $Q_{in} = 0,336 \text{ lt/dt}$ ".	IV - 8
TABEL 4.7 : "Hasil Pengamatan Saat Terjadi Back wash dan Lama Proses Filtrasi Dengan $Q_{in} = 0,384 \text{ lt/dt}$ ".	IV - 9
TABEL 5.1 : "Hasil Ayakan Media PDAM Ngagel I Surabaya "	V - 3
TABEL 5.2 : "Perhitungan Volume air Terfiltrasi Dengan $Q = 0,24 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,1 \text{ lt/dt}$	V - 6
TABEL 5.3 : "Perhitungan Volume air Terfiltrasi Dengan $Q = 0,24 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,1 \text{ lt/dt}$	V - 7
TABEL 5.4 : "Perhitungan Volume air Terfiltrasi Dengan $Q = 0,24 \text{ lt/dt}$, $V_f = 0,1 \text{ lt/dt}$	V - 8
TABEL 5.5 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk $0,24 \text{ lt/dt}$ ".	V -11
TABEL 5.6 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk $0,336 \text{ lt/dt}$ ".	V -13
TABEL 5.7 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk $0,384 \text{ lt/dt}$ ".	V -15



DAFTAR NOTASI

C_e	= Konsentrasi effluent (gram/M^3)
C_o	= Konsentrasi influent (gram/m^3)
L	= Tebal media filter (meter)
λ_o	= Koefisien filtrasi (m^{-1})
h_f	= Head loss, kehilangan tekanan (cm,m)
V_f	= Kecepatan filtrasi (cm/dt)
V_b	= Kecepatan ke atas air pencuci, back wash (cm/dt)
V_s	= Kecepatan pengendapan partikel (cm/dt)
d	= Diameter media (cm)
R	= Radius hidrolis (cm)
g	= Kecepatan gravitasi (cm/dt^2)
ψ	= Faktor bentuk media
ϵ	= Porositas media filtrasi
ϵ_e	= Porositas media saat ekspansi
C_d	= Koefisien Drag
x	= Fraksi berat tertahan
N_{Re}	= Bilangan Reynold
ρ	= Massa jenis air (gr/cm^3)
ρ_s	= Massa jenis media (gr/cm^3)
D, L	= Ketebalan Media (cm,m)
D_e	= Tinggi media saat ekspansi (cm,m)

Q	= Debit (cm^3/dt , Lt/dt)
A	= Luas penampang (cm^2)
ES	= Efektif size
UC	= Koefisien nonuniformity
P ₁₀	= Porbability diameter media 10%
P ₆₀	= Porbability diameter media 60%
Z ₁	= Tinggi air di bak filter (cm)
Z ₂	= Tinggi air di bak interconnection (cm)
γ	= Berat spesifik air
P ₁	= Tekanan air di permukaan bak filter
P ₂	= Tekanan air di permukaan bak Interconnection
A ₁	= Luas permukaan (surface) bak filter
A ₂	= Luas permukaan (surface) bak interconnection

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Keberadaan unit Filter pada bangunan pengolahan Air Bersih sangatlah penting karena kemampuan unit filter dalam pemisahan kadar kekeruhan sangat tinggi, dimana kemampuan ini dapat menurunkan kadar kekeruhan yang dapat dipisahkan oleh unit-unit sebelumnya hingga batas kekeruhan yang dianjurkan maksimum 5 NTU (peraturan Menteri Kesehatan RI no: 416 / MENKES / IX/ 1990).

Unit filter yang sering digunakan pada instalasi Pengolahan Air Bersih adalah dari jenis Rapid Sand Filter (saringan pasir cepat) dari pada Slow Sand Filter (saringan pasir lambat).

Bila dibandingkan dengan Slow Sand Filter, Rapid Sand Filter mempunyai kelebihan diantaranya :

- Rate filtrasi pengolahan lebih besar
- Unit filter lebih kecil
- Pencucian media filter lebih mudah dilakukan.

Sistem pengoperasian filter cepat pada umumnya di disain dengan sistem mekanik otomatis dengan sistem pengoperasiannya dikendalikan dari ruang operator. Pada sistem ini dituntut kecakapan dan keahlian dari operator filter untuk mengendalikan saat filtrasi dan saat pencucian (back wash).

Sedangkan pada sistem otomatis hidrolis tidak diperlukan adanya ruang operator dan tenaga operator filter, karena sistem kerjanya filter ini dikontrol oleh pelampung yang dapat menggerakkan katup di bak inlet dan saluran pembuang. Fungsi pelampung di bak filter dan bak kontrol adalah untuk mengatur

unit filter saat filtrasi dan saat pencucian secara hidrolis dengan memanfaatkan gaya angkat air (gaya Archimedes) terhadap pelampung tersebut.

Perbedaan yang mendasar pada filter otomatis yaitu pada saat backwash tidak tergantung pada waktu filtrasi, tetapi tergantung dari rencana beda tinggi air antara mulai beroperasi filter sampai clogging.

1.2. PERMASALAHAN

Dalam sistem pengoperasian saringan pasir cepat (rapid sand filter) baik secara manual maupun secara otomatis dengan mekanik sering dihadapkan pada beberapa kendala.

Kendala-kendala tersebut diantaranya adalah :

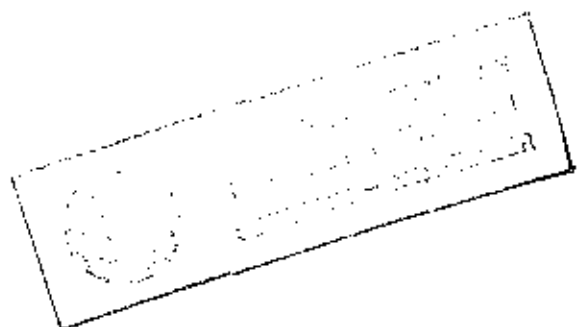
- Perlu orang-orang yang ahli dalam mengoperasikan filter baik pada pengoperasian filter secara manual maupun secara mekanis.
- Pada filter dengan pengoperasian secara mekanik diperlukan peralatan tambahan seperti pompa, katup hidrolik dan peralatan lainnya.

Dari beberapa hal sistim pengoperasian filter otomatis dengan sistim hidrolis lebih menguntungkan dari pada sistim pengoperasian secara manual dan otomatis mekanik, dimana segi keuntungan dapat di tinjau dari :

- Segi operasi dan perawatan : sistim pengoperasian tanpa memerlukan peralatan seperti pompa untuk pencucian dan peralatan lainnya, sehingga perawatan filter lebih mudah dan dapat menekan biaya operasi dan perawatan.
- Tenaga ahli operator : Sistim operasi filter ini dapat mengatasi kurangnya tenaga trampil sebagai tenaga operator filter. Dalam sistim ini tenaga operator dapat dikatakan tidak perlu karena selama sistim berlangsung bekerja secara otomatis dengan kontrol hidrolis.

Sedangkan hal-hal yang merugikan pada Filter Otomatis hidrolis diantaranya adalah :

- Belum diketahuinya proporsi jumlah air yang pasti antara hasil filtrasi di bak Interconnection dan jumlah air pencuci di bak kontrol.
- Dimensi bangunan dari model filter ini lebih besar jika dibandingkan dengan model rapid sand filter lainnya.



1.3. TUJUAN

Dengan permasalahan yang timbul diatas, khususnya masalah yang berkaitan dengan jumlah air di bak Interconnection dan bak Kontrol pada sistim filter otomatis hidrolis, perlu dilakukan penelitian mengenai volume bak interconnection dan bak kontrol pada model Filter otomatis Hidrolis tersebut, dimana dalam penelitian ini bertujuan :

1. Mempelajari besarnya headloss media selama waktu pengoperasian pada model filter dengan menggunakan media filter yang ada di PDAM Ngagel I Surabaya.
2. Penelitian hubungan antara tinggi air di bak interconnection dan bak filter selama waktu operasi, hal ini dimaksudkan untuk menentukan volume bak interconnetion dan besarnya air pencuci (back wash).

1.4. RUANG LINGKUP

Berdasar dari tujuan diatas maka penelitian ini perlu batas ruang lingkup yang meliputi :

- 1 Perencanaan media filter hanya diperuntukan bagi Model Filter Otomatis yang sudah ditentukan yaitu tinggi total media 20 cm.
2. Untuk kontrol kekeruhan di filter bed digunakan air baku yang telah terolah dari Bak sedimentasi PDAM Surabaya.
3. Penelitian dititik beratkan pada masalah pengamatan yang mendukung dikaitannya volume air pada bak interconnection dan bak kontrol.

BAB II

STUDI PUSTAKA

II.1 PENGERTIAN PROSES FILTRASI

Filtrasi adalah proses pemisahan solid - liquid melalui media berbutir yang porous. Selama proses filtrasi berlangsung kualitas air yang dilewatkan melalui media berbutir ini diperbaiki dengan mengurangi kandungan material tersuspensi dan koloid dalam larutan, mengurangi sejumlah bakteri dan mengubah unsur-unsur kimiawi larutan melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang filterbed⁽²⁾.

Selama proses filtrasi, maka solid yang menyebabkan kekeruhan akan dipisahkan dari aliran, sehingga akan terakumulasi pada lapisan atas media dan pori-pori (rongga) antara media yang berdekatan. Kejadian ini akan berakibat pada tersumbatnya bahkan menutupi lapisan pori media pada kejadian seperti ini perlu dilakukan seperti pencucian pada filterbed ⁽²⁾.

Mengenai waktu pencucian dan cara pencucian agar efektif dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu: Filter Lambat (*Slow Filter*) dan Filter Cepat (*Rapid Filter*) dimana yang membedakan keduanya didasarkan pada kecepatan filtrasi dan kapasitas per unit area dari luas permukaan filterbed dan pengoperasiannya (lihat tabel 2-1).

Pada bangunan pengolahan air minum, unit filter dipakai untuk memfilter air setelah unit sedimentasi II. Media berbutir pada filterbed dibedakan dengan type media yang digunakan sebagai berikut ⁽³⁾:

- Single media : yaitu media yang dipakai hanya satu type saja yang biasanya pasir atau anthrasit coal saja.
- Dual media : yaitu media yang dipakai dari dua type seperti anthrasi coal dengan pasir.
- Multi media : yaitu media yang dipakai terdiri dari tiga type seperti : anthrasit coal, pasir dan kerikil.

Tabel 2 - 1 : "Perbedaan pengoperasian Filter Lambat dengan Filter Cepat"

Perbedaan	Filter lambat	Filter cepat
1. Kec. Filtrasi	1 - 10 mgad	100 - 300 mgad
2. Luas bak	besar, 0,5 acre	kecil, 0,01 - 0,1 acre
3. Kedalaman bak		
- Gravel	12 inch	18 inch
- pasir	42 inch	30 inch
4. Ukuran pasir		
- Efektif size	0,25 - 0,35	> 0,45
- Coef. Nonuniform.	2 - 3	< 1,5
5. Susunan Media	Tak tersusun	Tersusun
6. Pembersihan	Scraping lap. atas 24 inch	Back wash
7. Waktu Operasi	20 - 60 hari	12 - 72 jam
8. Head loss	0,2 - 4 ft	1 - 8 ft

Keterangan :

- 1 mgad = 1 m/hari
- 1 inch = 2,54 cm
- 1 acre = $1/10,76 \text{ m}^2$
= $0,09294 \text{ m}^2$

Sumber : "Water and Wastewater Engineering", G. M. Fair,
John C. Geyer, Daniel A. Okun.

2.2. MEKANIKA DAN DINAMIKA FILTRASI

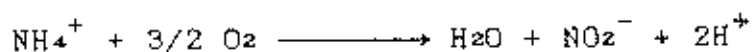
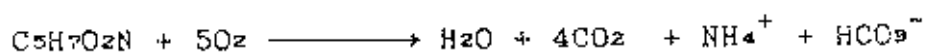
2.2.1 Mekanika Filtrasi

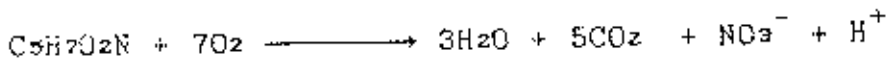
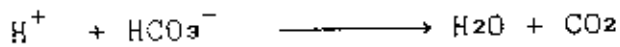
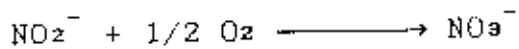
Proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa aktivitas yang berbeda-beda, yang paling penting adalah :

1. Mechanical straining⁽²⁾: adalah proses penyaringan partikel suspended matter yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran media. Proses ini terjadi pada permukaan filterbed dan tidak tergantung pada rate filtrasi. Clogging pada filterbed akan mengurangi porositas media sehingga dapat meningkatkan efisiensi straining dengan bertambahnya waktu dan meningkatkan filter resistance.
2. Sedimentasi⁽²⁾: proses ini akan mengendapkan partikel suspended matter yang lebih halus ukurannya dari lubang pori dengan presipitasi pada permukaan butiran. Semua butiran media filter dapat menjadi tempat pengendapan ini. Jika filtrasi sudah berjalan cukup lama, endapan akan mengurangi ukuran efektif pori media, sehingga kecepatan filtrasi menjadi menurun.

3. Adsorption⁽²⁾: adalah proses yang paling penting dalam filtrasi. Pada media filter konvensional proses ini dapat diterangkan bahwa secara alamiah pasir kwarsa (pada pH normal) mempunyai muatan negatif sehingga bisa menarik partikel bermuatan positif dalam bentuk koloid matter seperti kristal-kristal dari karbonat, flok dari besi dan aluminium hidroksida, juga kation-kation dari besi, mangan, aluminium dan sebagainya. Coloid matter yang berasal dari organik (umumnya bermuatan negatif) tidak akan teradsorp pada waktu filter masih bersih dan baru dipergunakan. Setelah filtrasi dan banyak partikel positif tertahan di butiran filter, maka permukaan butiran filter menjadi kelewat jenuh dan menjadi bermuatan positif. Kemudian organik, anion-anion NO_3^- , PO_4^{3-} dan sebagainya. Jika adsorpsi tingkat kedua ini kelewat jenuh, muatan kembali lagi menjadi negatif dan mengadsorp muatan positif dan seterusnya. Lama-lama gaya-gaya penyebab adsorpsi (van der waals dan coulomb) menjadi menurun kekuatannya.

4. Aktivitas kimia⁽²⁾: beberapa reaksi kimia dapat terjadi dengan adanya oksigen seperti :

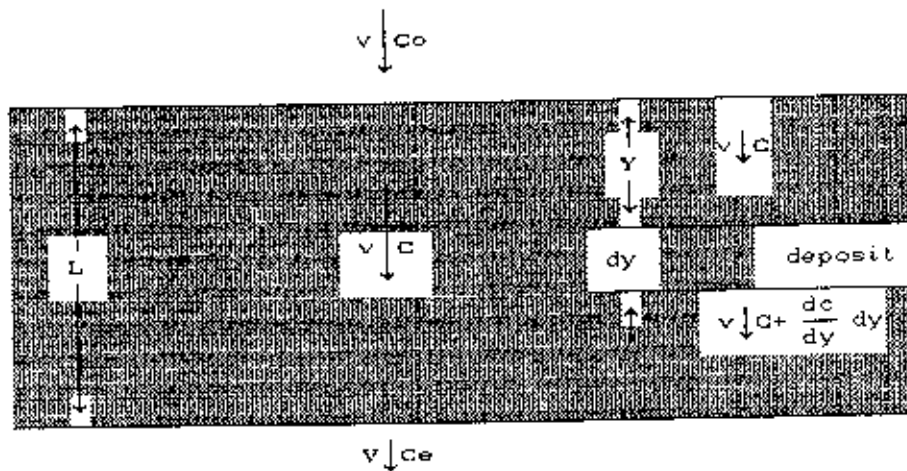




5. Aktivitas biologis ⁽²⁾: aktivitas ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam filter. Secara alamiah bakteri terdapat pada air baku dan jika melalui filter ada yang tertahan di butiran filter. Bakteri ini berkembang biak dengan organik dan inorganik matter sebagai makanannya yang mengendap di butiran media. Makanan ini sebagian digunakan untuk proses hidupnya (disimilasi) dan sebagian digunakan untuk proses pertumbuhannya (asimilasi). Hasil disimilasi terbawa oleh air dan dipergunakan lagi oleh bakteri lain yang letaknya lebih dalam. Dalam hal ini organik matter akan terurai misalnya ammonia \longrightarrow nitrit \longrightarrow nitrat yang akhirnya menjadi bahan inorganik seperti H_2O , CO_2 , nitrat, fosfat dan lain-lain (mineralisasi).

2.2.2 Dinamika Filtrasi

Gambar 2 - 1 : "Dinamika Filtrasi"



Sepanjang filterbed dengan ketebalan L diameter media berubah dari d_0 sampai d dan porositas berubah dari p_0 sampai p . Selama proses filtrasi berlangsung air yang mengalir melalui filterbed dengan kecepatan v dan konsentrasi awal c_0 pada kedalaman y konsentrasinya akan berubah karena adanya deposit material tersuspensi pada filterbed. Besarnya perubahan konsentrasi ini dipengaruhi oleh koefisien filtrasi, ketebalan media dan konsentrasi awal larutan, sedangkan koefisien filtrasi tergantung pada diameter butir media, kecepatan filtrasi, type suspensi, porositas media dan temperatur air. Kualitas effluen

dari filterbed dapat dituliskan sebagai berikut ⁽²⁾:

$$C_e = C_o e^{-\lambda_o L} \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana :

C_e = konsentrasi effluent (gr/m^3)

C_o = konsentrasi influent (gr/m^3)

L = ketebalan media filter (m)

λ_o = koefisien filtrasi (m^{-1})

2.3. HIDROLIKA FILTRASI DAN FLOW RATE FILTRASI

2.3.1 Hidrolika Filtrasi

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan pada media berporus saat terjadi adalah :

1. Persamaan Carman-Kozeny ⁽³⁾

Berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \frac{L}{2g.d} \frac{V^2}{d} \dots\dots\dots (2-2)$$

$$R = d/4 \dots\dots\dots (2-3)$$

Dari persamaan (2-2) dan (2-3) , menjadi :

$$h_f = f \frac{L}{8.R.g} \frac{V^2}{d} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dengan asumsi kondisi media filter seragam, maka persamaannya :

$$h_f = f \left(\frac{L}{\psi d} \right) \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right) \left(\frac{V^2}{g} \right) \dots\dots\dots (2-5)$$

dimana :

- f = faktor friksi Carman Kozeny
- L = tebal lapisan (ft)
- ψ = faktor bentuk
- ϵ = porosifitas
- V = kecepatan penyaringan ($\text{ft}^3/\text{j}/\text{ft}^2$)

2. Persamaan Rose

Persamaan ini digunakan untuk menghitung hidrolis saringan pasir cepat ⁽⁷⁾:

$$hf = \frac{1,067}{\psi} \frac{L}{g} \frac{V^2}{\epsilon^3} \sum Cd \frac{x}{dp} \dots\dots\dots (2-6)$$

dimana :

- L = ketebalan media filter (ft)
- V_a = kecepatan aliran melalui media filter (ft/sec)
- Cd = koefisien Drag
- x = fraksi berat tertahan (%)
- ϕ = faktor bentuk butiran media
- g = percepatan gravitasi (ft/sec^2)
- d = diameter butir media filter (ft)

harga koefisien Drag ⁽³⁾:

untuk $Nre < 1$,

$$Cd = \frac{24}{Nre} \dots\dots\dots (2-7)$$

untuk $1 < Nre < 10.000$,

$$Cd = \frac{24}{Nre} + \frac{3}{Nre^{0,5}} + 0,34 \dots\dots\dots (2-8)$$

nilai faktor bentuk (ϕ) ⁽⁷⁾:

spheres	$\phi = 1,00$
crushed	$\phi = 0,73$
angular	$\phi = 0,73$
rounded	$\phi = 0,82$
pasir rata-rata	$\phi = 0,75$

2.3.2. Hidrolik Dari Ekspansi Media Di Filterbed

Hidrolik saat ekspansi media dapat ditinjau dari kondisi susunan media yaitu dalam kondisi uniform dan stratifikasi. Untuk media uniform dengan ketebalan (D) pada saat pencucian dengan aliran balik (*backwash*) akan terekspansi setinggi (De). Selama backwash besarnya headloss dapat ditentukan dari persamaan ⁽³⁾:

$$h_L = \left[\frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right] \cdot (1 - \varepsilon_e) \cdot (De) \dots\dots\dots (2-9)$$

sedangkan nilai dari ε_e dapat ditentukan dari ⁽³⁾.

$$\varepsilon_e = \left[\frac{V_b}{V_s} \right]^{0,22} \dots\dots\dots (2-10)$$

dimana :

V_b = kecepatan keatas aliran air pencuci (*backwash*)

V_s = kecepatan pengendapan partikel

Sehingga media di filterbed yang partikelnya uniform akan terangkat (terekspansi) jika ⁽³⁾.

$$V_b = V_s \cdot \epsilon_e^{0.45} \dots\dots\dots (2-11)$$

Secara matematis bahwa volume pasir sebelum terekspansi di filterbed akan sama dengan volume pasir terekspansi, bentuk persamaannya menjadi :

$$(1 - \epsilon) \cdot A \cdot D = (1 - \epsilon_e) \cdot A \cdot D_e \dots\dots\dots (2-12)$$

dimana A adalah luas filterbed, sehingga ketinggian ekspansi media :

$$D_e = \left[\frac{1 - \epsilon}{1 - \epsilon_e} \right] \cdot D \dots\dots\dots (2-13)$$

substitusi dari persamaan (2-10) untuk ϵ_e ke persamaan (2-13) menjadi :⁽³⁾

$$D_e = \left[\frac{1 - \epsilon}{1 - (V_b/V_s)^{0.22}} \right] \cdot D \dots\dots\dots (2-14)$$

Sedangkan untuk media yang terstratifikasi, media dengan ukuran partikel terkecil dibagian atas akan terekspansi pertama kali dan kecepatan backwash (V_b) ditentukan dari ukuran partikel terbesar.

Tinggi ekspansi pada filterbed dapat ditentukan dari ⁽³⁾:

$$De = (1 - \epsilon) \cdot D \cdot \sum \frac{x}{(1 - \epsilon_e)} \dots\dots\dots (2-15)$$

dimana x adalah berat fraksi partikel dengan porositas ekspansi ϵ_e .

Keccepatan pengendapan partikel (V_c) ditentukan dari persamaan Stokes ⁽³⁾:

$$V_c = \left[\frac{4}{3} \cdot \frac{g}{Cd} \cdot (S_s - 1) \cdot d_p \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2-16)$$

dimana :

- g = percepatan grafitasi
- C_d = koefisien Drag, fungsi dari bilangan Reynolds (N_{Re})
- S_s = Spesifik grafitasi
- d_p = diameter partikel

nilai koefisien Drag ditentukan dari nilai bilangan Renold, dirumuskan ⁽⁷⁾:

$$C_d = \frac{b}{N_{Re}^n} \dots\dots\dots (2-17)$$

dimana nilai konstanta (b) dan (n) dari perhitungan untuk bentuk partikel bulat dari masing-masing jenis aliran dapat ditabelkan sebagai berikut : ⁽⁷⁾

Tabel 2 - 2 : "Konstanta b dan n hanya untuk partikel bulat"

Jenis aliran	NRe	b	n
Laminer	$< 1,9$	24	1
Transisi	$1,9 \leq d \leq 500$	18,5	0,6
Turbulen	$500 \leq d \leq 2 \cdot 10^5$	0,44	0

2.3.3. Kecepatan Filtrasi (Flow Rate Filtrasi)

Kecepatan filtrasi merupakan salah satu faktor dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi dari proses filtrasi. Kecepatan filtrasi merupakan ratio dari debit influent dengan luas penampang filterbed ⁽²⁾,

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2- 9)$$

dimana :

- V = kecepatan filtrasi ($m^3/jam/m^2$)
- Q = debit influent (m^3/det)
- A = luas penampang filterbed (m^2)

2.4. MEDIA FILTER

Langkah awal yang perlu diperhatikan pada design filter adalah pemilihan media. Media filter yang ideal dengan diameter butiran, ketebalan dan specific gravity tertentu dapat memberikan

kualitas hasil pengolahan yang lebih baik, waktu operasi lebih lama, rate filtrasi yang tinggi dengan head loss yang kecil dan media mudah dibersihkan. Media yang biasa digunakan untuk filtrasi pada pengolahan air minum adalah ⁽⁶⁾:

- a. pasir silica (specific gravity 2,65 dan bentuk round)
- b. antrasit (specific gravity 1,35 - 1,75 bentuk angular)
- c. garnet (specific gravity 4 - 4,2)

Kualitas effluent merupakan fungsi dari diameter media, bentuk media dan ketebalan media. Diameter media dan bentuk media menentukan porositas media.

Susunan media yang baik untuk proses filtrasi adalah bila bagian sebelah atas lebih kasar makin ke bawah makin halus. Jika susunannya terbalik maka akan cepat terjadi clogging di lapisan atas, sehingga tidak seluruh lapisan bisa dimanfaatkan (lapisan bawah menjadi tidak efektif). Dengan susunan bagian kasar di atas dan halus di bawah maka seluruh lapisan bisa berfungsi dan clogging yang terlalu cepat bisa dihindari. Hal inilah yang menyebabkan penggunaan filter dual media lebih memuaskan dibandingkan dengan single media.

Pada filter dual media konvensional yang menggunakan antrasit dan pasir sebagai medianya, antrasit mempunyai berat

jenis lebih kecil dari pasir tetapi ukurannya lebih besar (lebih kasar) dari pasir, sehingga setelah backwash (pencucian media dengan aliran balik) susunan media akan terstratified (tersusun secara berlapis-lapis) dengan antrasit disebelah atas dan pasir di sebelah bawah. Jadi diperoleh bagian kasar di atas dan halus di bawah. Mixed media akan tercapai jika dua media atau lebih yang berlainan kekasarannya (ukurannya) tetapi mempunyai berat jenis yang berlainan, sehingga setelah backwash akan terbentuk media yang berat jenisnya kecil dan ukurannya kasar di sebelah atas sedangkan media yang berat jenisnya besar dan ukurannya halus di sebelah bawah. Susunan media yang tercampur ini sebenarnya adalah penyempurnaan dari dual media dengan memperbanyak jumlah lapisan yang lebih menyempurnakan peralihan media dari kasar ke halus dengan memperbanyak jumlah media yang berbeda-beda berat jenisnya dan berbeda-beda ukurannya. Sehingga media filter dapat membentuk memilih media yang paling menguntungkan⁽¹⁰⁾.

Pemilihan media filter didasarkan dari beberapa tinjauan dari karakteristik media tersebut, tinjauan karakteristik media meliputi :

- Densitas Media
- Ketahanan Fisik Media

- Porositas Media
- Ketebalan Media
- dan Distribusi Penyebaran Media

Pertimbangan yang dapat dipakai untuk memilih media penyaring adalah mengetahui sifat kimia dan fisis dari bahan tersebut. Hal ini penting sehubungan dengan faktor-faktor yang menentukan efisiensi penyaringan, serta efek antara butiran dengan butiran lainnya ketika dilakukan pencucian.

2.4.1 Densitas media

Salah satu faktor yang harus diketahui dalam penyusunan filter bed baik pada single media atau double media adalah densitas media. Untuk filterbed single media, pasir yang densitasnya ringan (ukuran butiran kecil) diletakkan di atas sedangkan pasir yang densitasnya berat (ukuran butiran besar) diletakkan di bawah. Hal ini untuk mengantisipasi jika dilakukan backwash akan terjadi ekspansi media dan memungkinkan terjadinya penyusunan media seperti awal filtrasi setelah back wash⁽¹⁰⁾.

2.4.2 Ketahanan Fisik Media

Untuk mengetahui apakah suatu media yang akan digunakan sebagai media filter dapat menahan tekanan air, maka perlu

dilakukan analisa ketahanan fisik media. Analisa ini dilakukan dengan merendam media pasir pada larutan Hydrochlorit (HCl) selama 24 jam , kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam ,maka pengurangan beratnya tidak boleh lebih dari 2% .Jika kurang dari 2 % maka media pasir tidak layak dipakai sebagai media filter ⁽⁴¹⁾.

2.4.3 Porositas Media

Porositas adalah rasio dari volume rongga media dengan volume filterbed (media). Kelayakan agar media dapat dipergunakan sebagai media filter adalah dengan nilai porositas berkisar 0,4. Porositas media berbutir ini tidak boleh terlalu kecil dari 0,4, karena akan mengakibatkan cepat terjadinya clogging dan jika terlalu besar dari 0,4 akan menghasilkan kualitas effluent yang lebih jelek ⁽³⁾.

2.4.4 Ketebalan Media

Pada media filter dengan ukuran butiran tertentu dan ketebalan filterbed tertentu pula maka dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan hingga batas yang telah ditentukan.

Jika pada batas ketebalan tersebut, tebal media terus ditambah tidak akan terjadi perbaikan kualitas kekeruhan pada

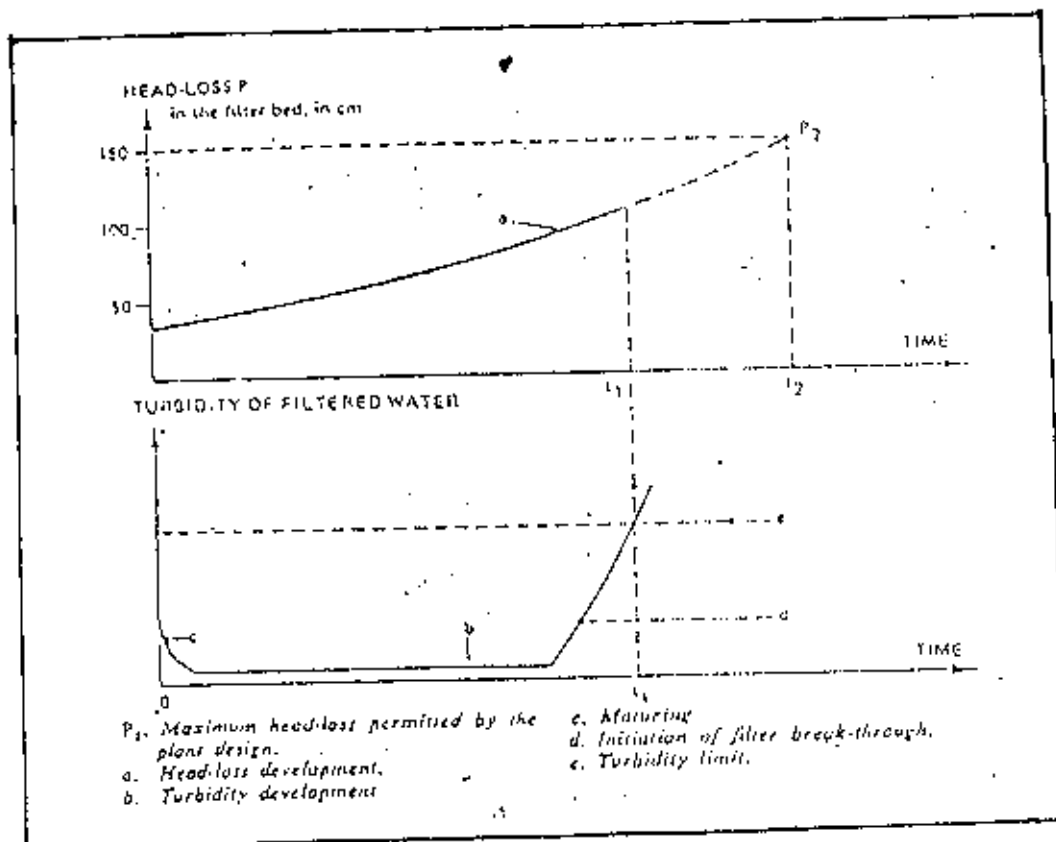
filtrat, hal ini menunjukkan bahwa filter sudah mencapai nilai stabil. Ketebalan yang dimaksud adalah ketebalan media minimum yang digunakan pada filter yang bersih, sehingga menghasilkan filtrat yang terbaik menurut ukuran butiran dari material yang digunakan serta memberikan kehilangan tekanan yang minimum⁽³⁾.

Untuk meneruskan batas clogging yang dapat diterima, ketebalan media harus dikembangkan untuk selang waktu dimana kejernihan filtrat terpelihara (grafik :2-1 waktu t_1).

Untuk mencapai clogging pada ketebalan media penuh harus ada kehilangan tekanan seperti pada waktu t_2 . Nilai kehilangan tekanan ini merupakan batas maksimum dimana massa filtering sudah mencapai breakthrough.

Pada grafik 2-1 menunjukkan variasi kehilangan tekanan dengan waktu. Kehilangan tekanan maksimum P_2 tercapai sesudah waktu t_2 . Dasar dari kurva menunjukkan variasi turbidity dengan waktu. Jika maksimum turbidity adalah e , ini tercapai sesudah waktu $t_1 < t_2$ ini menunjukkan filter tersebut didesain secara kurang baik atau jelek dan ketebalan media tidak cukup untuk menyediakan head loss maksimum, maka kedalaman harus dikembangkan hingga $t_1 > t_2$ ⁽⁴⁾.

Grafik 2 - 1 : Kurva hubungan Turbidity/Head loss dg waktu



Sumber : "Water Treatment Plant Design For The Practicing Engineer", Sanks Robert L.1982, 4th Edition.

2.4.5 Distribusi Ukuran Media

Untuk mengetahui distribusi (penyebaran) ukuran butir pada pasir yang tersedia dilakukan analisa ayakan (sieve test analysis). Sejumlah contoh pasir diayak dan ditimbang, kemudian dibuat kurva secara kumulatif. Hasil analisa ayakan yang telah

diplotkan pada kertas grafik logaritmik dapat memberikan keterangan tentang ukuran geometrik rata-rata (μ_g) dan deviasi standard geometrik (σ_g) dan dihitung dari 50% dan 15,84 % dari harga kumulatif probability (lihat grafik 2-2).

Dalam praktek istilah ini dikenal sebagai Ukuran Efektif (Effektif Size, ES) dan Koefisien Ketidakteraturan (Coefficient of Non Uniformity, UC). ES adalah ukuran butiran yang mempunyai berat kumulatif 10 % dari seluruh berat (P_{10}), sedangkan UC adalah ratio dari ukuran butir yang mempunyai berat kumulatif 60% dari seluruh berat butir (P_{60}) dengan berat kumulatif 10% dari seluruh berat butir (P_{10})³⁸.

$$ES = P_{10} = \mu_g / \sigma_g^{1,282} \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots\dots(2-10)$$

$$UC = P_{60}/P_{10} = \sigma_g^{1,535} \quad \dots\dots\dots(2-11)$$

Dalam beberapa literatur ukuran butiran media yang dapat dipakai sebagai media filter cepat diantaranya sebagai berikut:

Tabel 2 - 3 : "Nilai Efektif size (ES) dan Koef. Nonuniformity (UC) dari beberapa literatur"

Sumber	ES	UC
U. Oparation Of San. Eng. "Linvil G. Rich"	0,4 - 0,55	1,35 - 1,75
Surface Water Treat. for Comm. in Developing Count "C.R. Schulz & D.A. Okun"	0,55	1,55
U. Operation. & U. Processes in Environmental Eng. "Tom D. Renold"	0,35 - 0,5	1,3 - 1,7
Handbook of Public Water Systems "R.B. Williams & G.L. Culp"	0,35 - 1,0	1,3 - 1,7

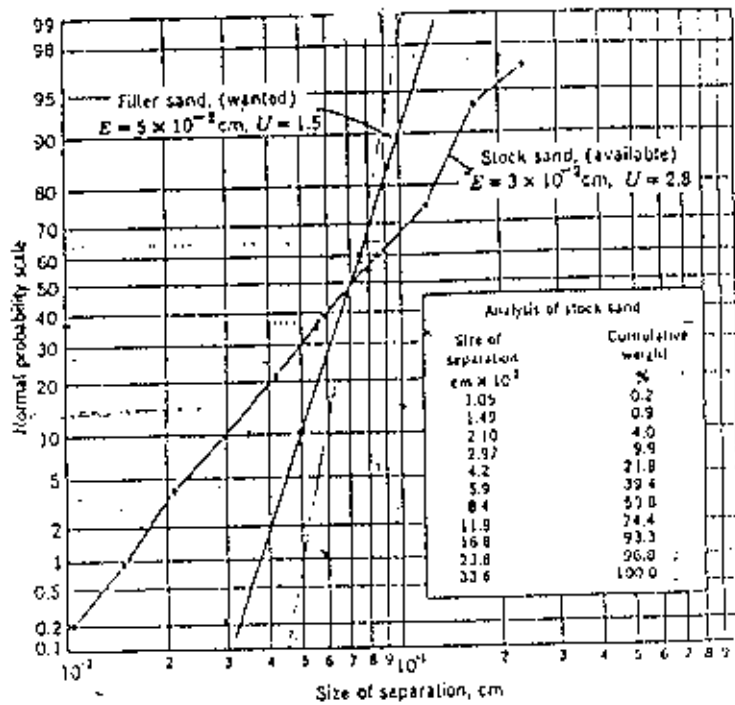
Pasir yang tersedia akan terdiri dari pasir *too coarse* (kasar) dan *too fine* (sangat halus) yang akan mengurangi efisiensi penyaringan. Agar diperoleh hasil yang baik, pasir *too coarse* dan *too fine* harus dibuang. Batas diameter *too coarse* dan *too fine* dapat dicari dengan rumus ^(a):

$$P_{\text{too fine}} = P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \dots\dots\dots(2-12)$$

$$P_{\text{too coarse}} = P_{\text{usable}} + P_{\text{too fine}} \dots\dots\dots(2-13)$$

$$P_{\text{usable}} \text{ (yang terpakai)} = 2 (P_{60} - P_{10}) \dots\dots\dots(2-14)$$

Grafik 2 - 2 : "Grafik distribusi ukuran butiran"



Sumber : "Water and Wastewater Engineering" G.M. Fair,
 John C. Geyer, Daniel A. Okun. 1968. Vol. 2.

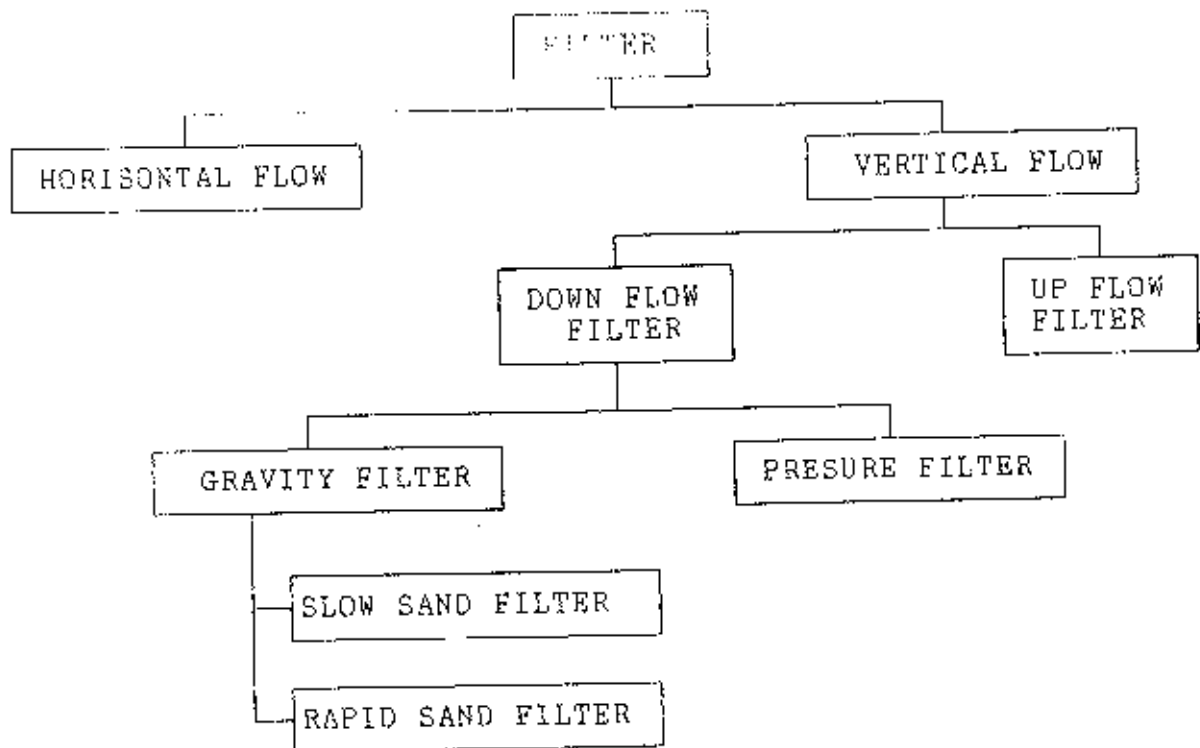
2.5. JENIS-JENIS FILTER

Pengolongan filter yang umum dilakukan yaitu berdasarkan pada ⁽²⁾:

- Arah aliran air : aliran Horizontal dan Vertikal.
- Tekanan yang bekerja : filter grafitasi dan filter bertekanan.
- Laju aliran : slow sand dan rapid sand filter.

Secara sederhana dapat dibuat bagan sebagai berikut :

Diagram 2 - 1 : "Jenis Penggolongan Filter"



Proses Filtrasi yang umum digunakan dalam pengolahan air bersih dengan menggunakan sistim aliran down flow yang macam macamnya sebagai berikut ⁽³⁾:

1. Rapid Sand Filtrasi (saringan pasir cepat): ialah proses pengolahan air minum yang umumnya dilakukan sesudah proses-proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. media yang dipakai biasanya berbentuk :
 - Single Media misalnya: pasir
 - Dual Media seperti :pasir dan anthasite
 - Multi Media seperti :pasir, anthasite dan kerikil.
2. Slow Sand filtrasi (saringan pasir lambat): ialah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa melalui unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Jadi air baku setelah melalui prasedimentasi langsung dialirkan ke saringan pasir lambat.
3. Pressure Filter (penyaringan dengan tekanan) :ialah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air tanah sebelum didistribusikan.
3. Direc Filtrasi (penyaringan langsung): ialah proses penyaringan langsung jika air baku kekeruhannya rendah.

Dari diagram 2-1 untuk Model Filter Otomatis Hidrolis dapat ditempatkan atau digolongkan pada jenis filter cepat, melihat dari arah alirannya secara grafitasi dan jenis media yang digunakan.

2.6. SPESIFIKASI TEKNIS PADA MODEL OTOMATIS FILTER HIDROLIS

Spesifikasi teknis pada model otomatis filter hidrolis dirancang atau direncanakannya mengacu pada kriteria perencanaan filter cepat pada umumnya sehingga tujuan aplikasi pada kenyataan model ini kemungkinan dapat dipakai.

2.6.1. Bahan Kontruksi Model

- Kontruksi dinding dan alas pada model dipakai dari bahan kaca setebal 5 mm yang mampu menahan beban kontruksi dan beban air yang ada di dalam.
- Pipa dan plat siku aluminium digunakan untuk bahan tuas penggerak instrumen, penyangga underdrain dan lain-lainnya. Diameter pipa aluminium 7 mm dan plat siku aluminium 20 x 20 mm
- Plat baja setebal 2 mm digunakan untuk bahan sistim under drain
- Gabus keras dipergunakan untuk bahan pelampung karena

bahan ini ringan dan massa jenis lebih kecil dari air

- Karet dipilih dari bahan karet yang tidak kenyal, keras ringan untuk bahan katup gutter dan katup inlet.

2.6.2 Dimensi Dari Model

Dimensi dari model yang sudah ada di Laboratorium Teknik Penyehatan FTSP-ITS mempunyai rincian dimensi model sebagai berikut ⁽¹²⁾:

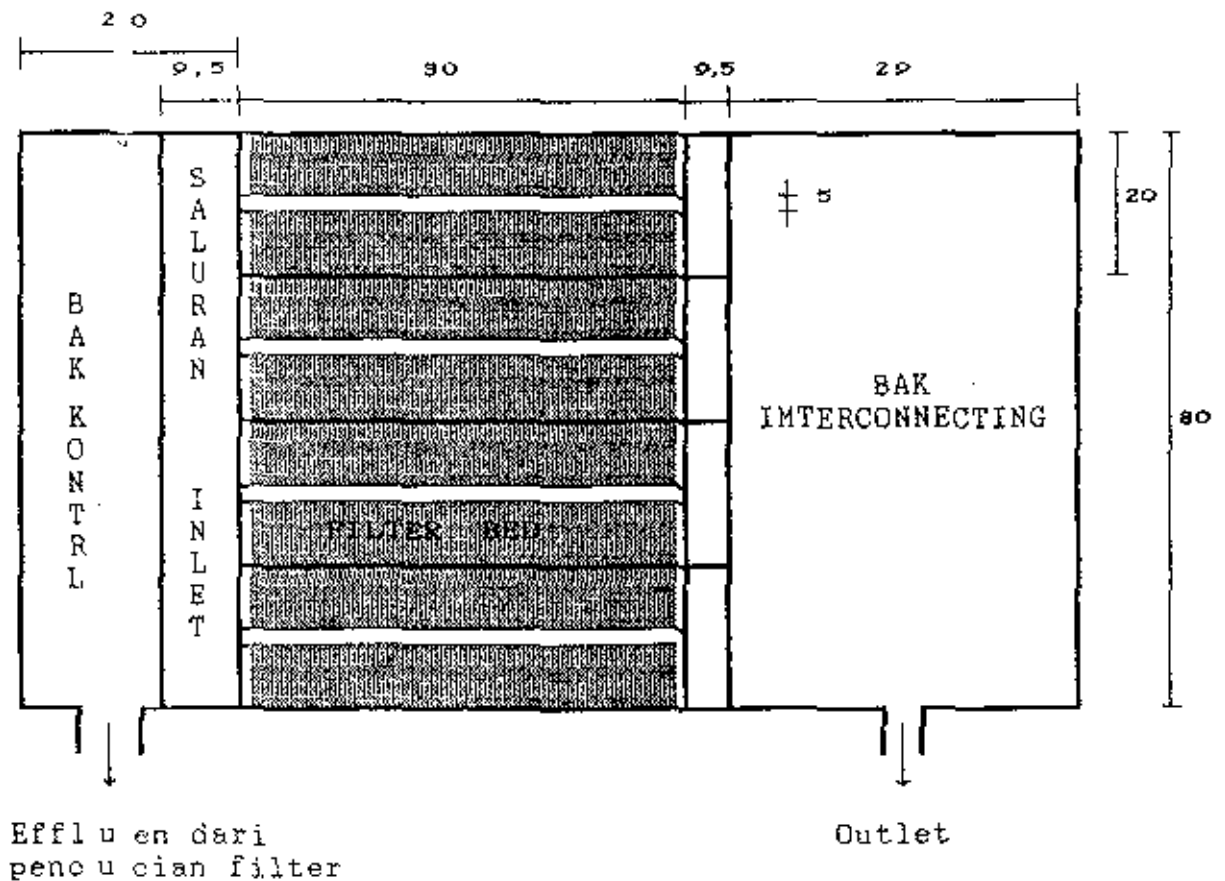
- Bentuk bak persegi panjang
- jumlah unit :
 - 4 buah jenis filter
 - 1 buah saluran inlet
 - 1 buah bak interconnection
 - 1 buah bak kontrol
- Ukuran Bak dan saluran :
 - Unit Filter : panjang x lebar x tinggi (30x20x65 cm)
 - Unit saluran inlet :
 - panjang x lebar x tinggi (80x10x20 cm)
 - Lubang inlet diameter 2 cm
 - Unit bak interconnection :
 - panjang x lebar x tinggi (80x29x10 cm)
 - Lubang outlet diameter 2 cm

Unit bak kontrol: panjang x lebar x tinggi (80x20x33.5 cm)

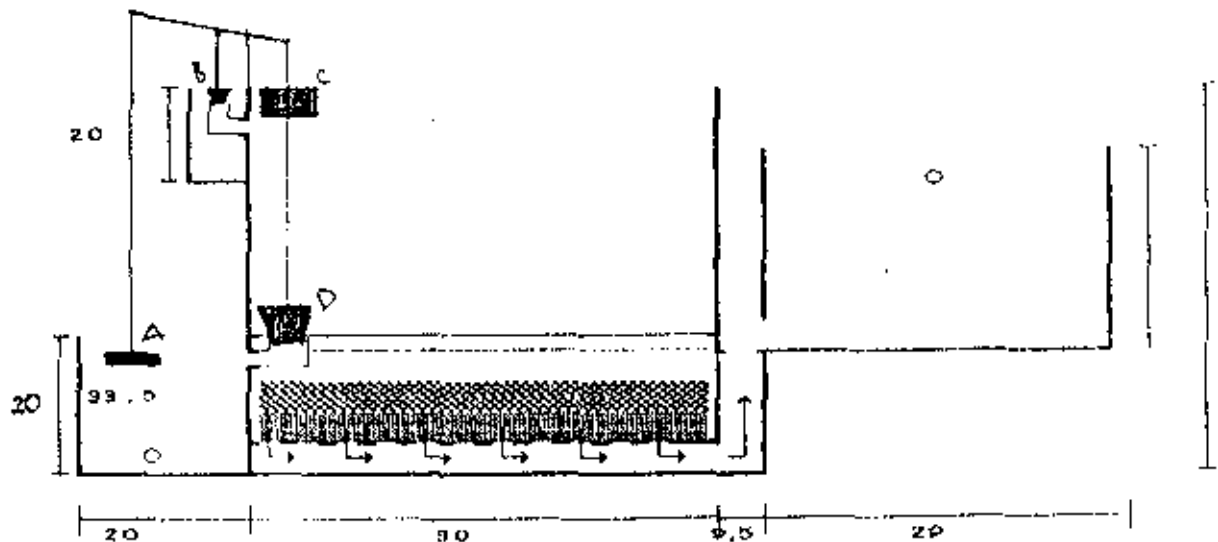
Unit saluran gutter :

- panjang x lebar x tinggi (30x5x3 cm)
- Diameter lubang gutter 3 cm
- Jarak dasar bak dengan pelimpah gutter 35 cm

Gambar 2 - 24: "Denah Model Otomatis Filter Hidrolis"



Gambar 2 - 3 : "Tampak samping Model Otomatis Filter Hidrolis"



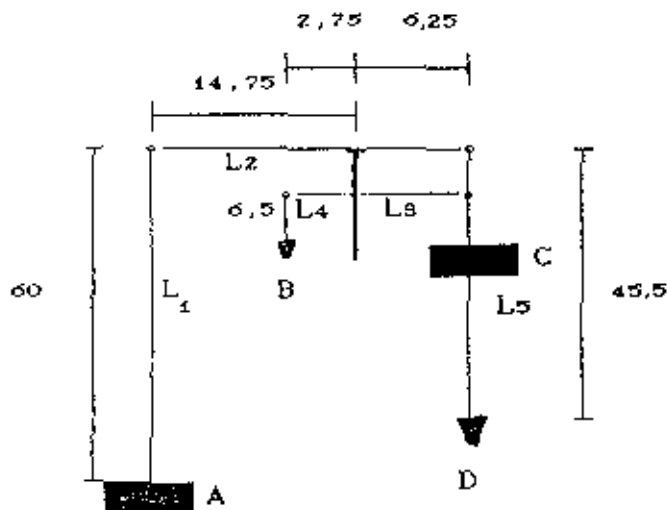
Keterangan gambar ⁽¹²⁾ :

- A. Pelampung kontrol di bak control
- B. Katup Inlet
- C. Pelampung kontrol di bak filter
- D. Katub lubang gutter
- E. Saluran underdrain
- F. Bak interconnecting
- H. Bak kontrol
- I. Bak filter

2.6.3. Dimensi Instrumen Kontrol

Instrumen kontrol pada model otomatis filter hidrolis yang dibuat untuk mengontrol saat filtrasi dan saat pencucian. Dimensi rangkaian instrumen kontrol sebagai berikut ⁽¹²⁾ :

Gambar 2 - 4 : " Rangkaian Instrumen Model Hidrolis

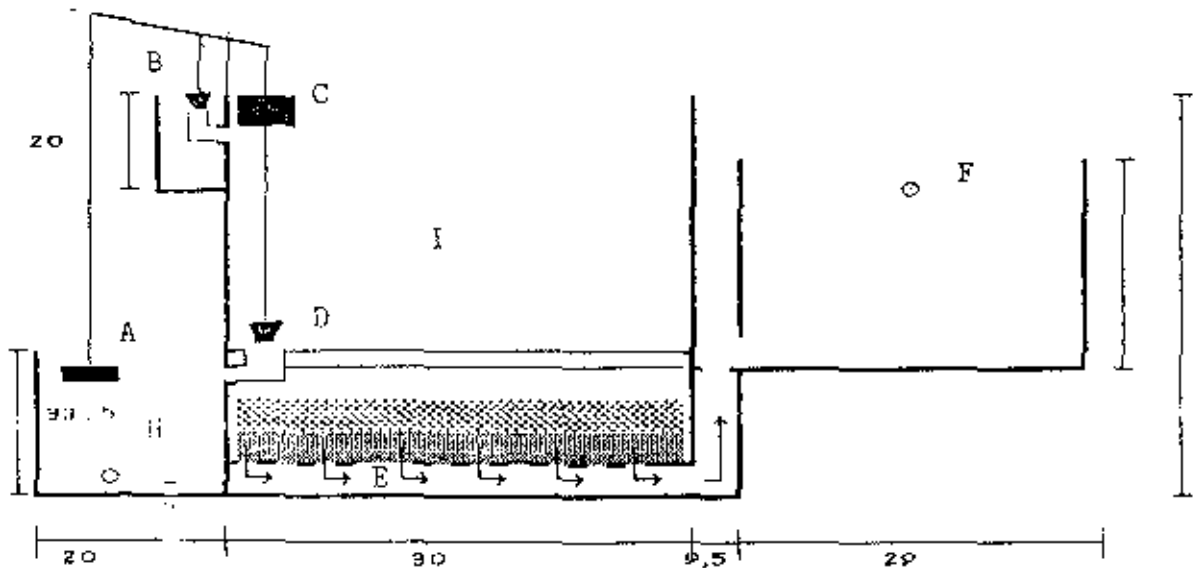
Data Rangkaian⁽¹²⁾:

Tabel 2 - 4 : "Jenis rangkaian instrumen kontrol"

Jenis Rangkaian	Bahan	Panjang (Cm)	Massa (gr)	Volume (Cm ³)
Pelampung A	Busa keras	-	3,2368	81,25
Katup B	Karet	-	13,1005	8,28
Pelampung C	Busa keras	-	18,6240	467,50
Katup D	Karet	-	19,3421	14,14
Tuas L ₁	Aluminium	60,0	28,2012	-
Tuas L ₂	Aluminium	21,0	10,3928	-
Tuas L ₃	Aluminium	9,0	4,3590	-
Tuas L ₄	Aluminium	6,5	2,0115	-
Tuas L ₅	Aluminium	45,5	19,8692	-

2.7. SISTEM KERJA PADA MODEL OTOMATIS FILTER HIDROLIS

Gambar 2 - 5 : "Tampak sampling model otomatis filter hidrolis"



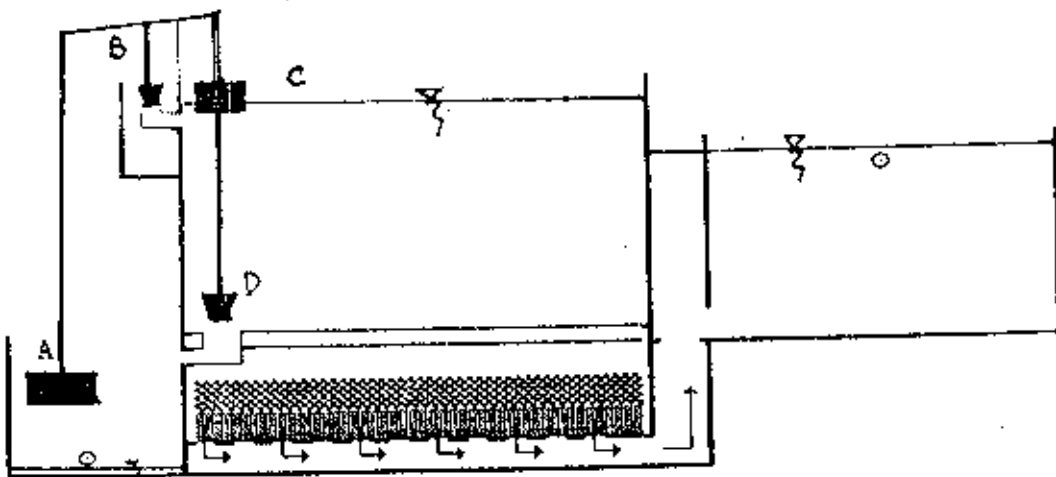
2.7.1 Sistem Kerja Pada Saat Filtrasi

Aliran air yang akan difilter mengalir ke bak Inlet, pada saat filtrasi katub B (katub inlet) *membuka* dan katub D *menutup* sehingga air mengalir ke dalam bak filter. Di dalam bak filter ini terjadi proses filtrasi dan air turun secara grafitasi mengalir ke saluran underdrain. Karena adanya perbedaan tinggi saluran underdrain dengan tinggi bak Interconnecting serta adanya head loss media, maka level air di dalam bak Filter akan naik sampai tinggi tertentu untuk dapat mengalirkan air ke dalam bak

Interconnecting. Tinggi level air di bak filtrasi untuk dapat mengalirkan air terfiltrasi ke dalam bak Interconnecting dinamakan *Level air minimum* di bak filtrasi. Dengan berlangsungnya proses filtrasi, maka terjadi penumpukan impuritis sehingga menyebabkan clogging dan rate filtrasi mengecil. Akibat kejadian ini menyebabkan selisih debit masuk lebih besar dari debit yang keluar sehingga level air di bak filter akan naik ⁽¹²⁾.

2.7.2 Sistim Kerja Pada Saat Akhir Filtrasi

Gambar 2 - 6 : "Posisi kedudukan sistim hidolis saat akhir filtrasi"

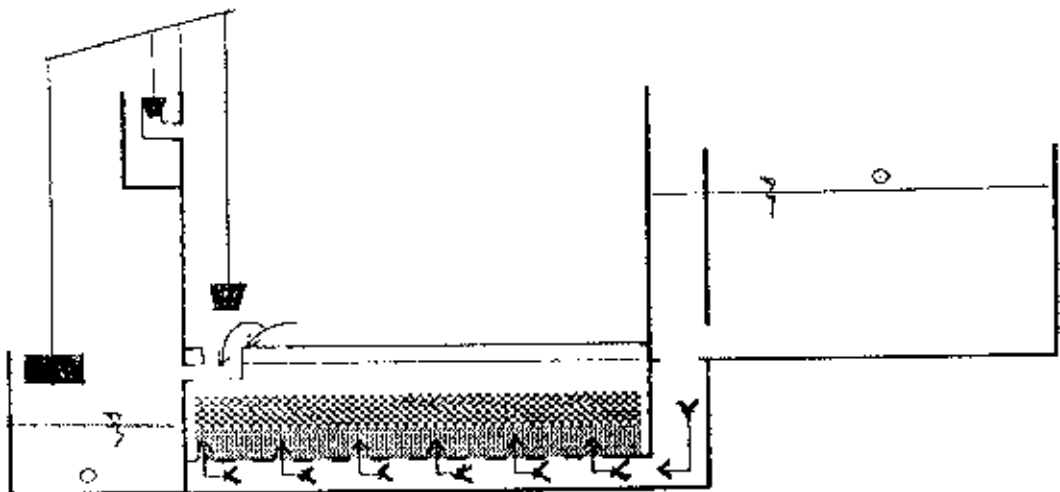


Pada saat akhir filtrasi terjadi level air naik hingga mampu mengangkat pelampung C. Level air ini dapat disebut sebagai *Level air maksimum*. Dengan naiknya pelampung C yang menyebabkan katub B menutup dan katub D membuka secara bersamaan. Katub B yang menutup maka aliran air masuk ke bak filter terhenti dan Katub D membuka sehingga air di dalam bak filter akan terbuang ke bak Control dan air mengalir dari bak Interconnecting ke bak filter melakukan pencucian media ⁽¹²⁾.

2.7.3 Sistim Kerja Saat Proses Pencucian

Pada saat proses pencucian posisi katup dan pelampung dapat digambarkan sebagai berikut ⁽¹²⁾:

Gambar 2 - 7: "Tampak samping model saat terjadi pencucian"



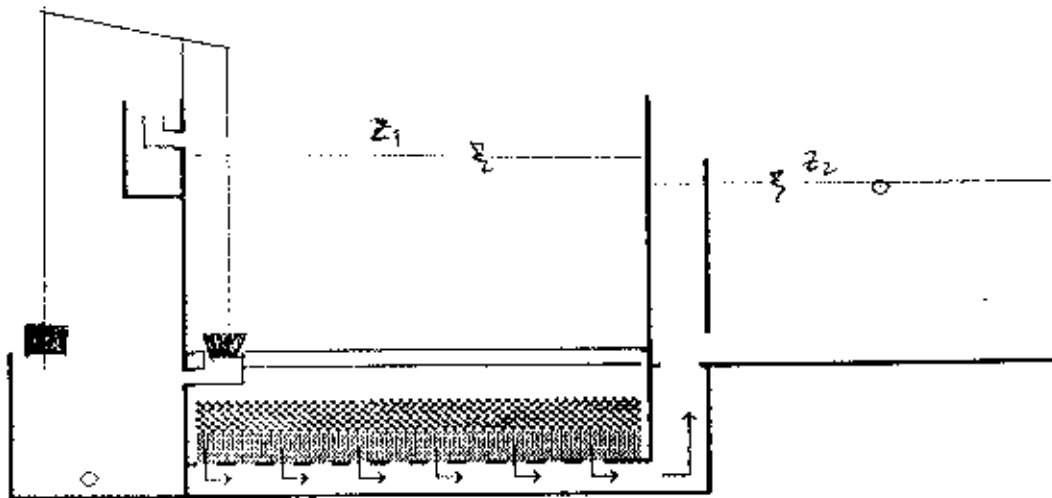
Selama katub D *membuka* maka air dengan bebas mengalir ke bak Kontrol (H) dan air pencuci dialirkan dari bak Interconnecting (F) secara gravitasi. Air yang masuk ke bak Kontrol dapat dianggap sebagai debit masuk, karena debit yang masuk ke bak Kontrol lebih besar dari pada yang keluar ($Q_{in} > Q_{out}$) maka level air di Bak Kontrol naik dalam selang waktu hingga mampu memberikan daya angkat pada pelampung A. Dengan mengangkatnya pelampung A akan memberikan daya akan pada katup B dan katup D akan tertutup sehingga air kembali masuk ke Bak Filter melalui katub B. Dengan mengangkatnya pelampung A juga menandai berakhirnya proses pencucian ⁽¹²⁾.

2.8. KONTROL HIDROLIS PADA MODEL OTOMATIS FILTER HIDROLIS

2.8.1 Kontrol Hidrolis Saat Filtrasi

Dari gambar 2-8 dapat ditinjau dari saat awal filtrasi, dimana *level air minimum* (Z_1) di Bak Filter secara teoritis dapat ditentukan dari persamaan energi ⁽¹²⁾.

Gambar 2 - 8: "Profil hidrolis saat awal filtrasi"



$$Z_{1_{\min}} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_{f_{\text{total}}} \dots (2-24)$$

$$\text{karena : } \frac{P_1}{\gamma} \text{ dan } \frac{P_2}{\gamma} = 0 \dots (2-25)$$

(tek. permukaan air = tek. udara-luar)

dari persamaan kontinuitas: $Q_1 = Q_2$

$$V_1.A_1 = V_2.A_2$$

$$\text{maka} \quad V_1 = V_2 \cdot \frac{A_2}{A_1} \dots\dots\dots(2-26)$$

Jika persamaan (2-25) dan (2-26) disubstitusikan ke persamaan (2-16) menjadi:

$$\begin{aligned} Z_{1\min} &= Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + Hf_{\text{total}} \\ &= Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{(V_2 \cdot \frac{A_2}{A_1})^2}{2g} + Hf_{\text{total}} \\ &= Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \cdot \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] + Hf_{\text{total}} \dots\dots\dots(2-27) \end{aligned}$$

Sedangkan nilai dari :

$$Hf_{\text{total}} = Hf_{\text{media}} + Hf_{\text{underdrain}}$$

$Z_{1\min} - Z_2$ = beda tinggi air antara Bak Filter dengan Bak Interconnecting

Keterangan :

$Z_{1\min}$ = Level air minimum bak filter agar air mengalir ke bak interconnecting.

Z_2 = Level air saat filtrasi di bak interconneting.

2.8.2 Kontrol Hidrolis Saat Akhir Filtrasi

Saat berakhirnya proses filtrasi pada model otomatis filter hidrolis, bila tinggi air di Bak Filter mencapai level maksimum dimana tinggi air akhir di model filter sebesar 62 Cm dari dasar Bak Filter. Sedangkan tinggi air di Bak Interconnecting saat level air maksimum secara teoritis dapat ditentukan dari persamaan energi sebagai berikut ⁽¹²⁾:

$$Z_{1_{\max}} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_{2_{\max}} + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_{f_{\text{Total}}} \quad (2-28)$$

maka nilai $Z_{2_{\max}}$ adalah:

$$\begin{aligned} Z_{2_{\max}} &= Z_{1_{\max}} + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} + H_{f_{\text{Total}}} \\ &= Z_{1_{\max}} + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{(V_1 \cdot A_1/A_2)^2}{2g} + H_{f_{\text{Total}}} \\ &= Z_{1_{\max}} + \frac{V_1^2}{2g} - \left[1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \right]^2 + H_{f_{\text{Total}}} \dots (2-29) \end{aligned}$$

2.8.3 Kontrol Hidrolis Saat Pencucian

Saat pencucian terjadi pada waktu air mencapai *Level maksimum* di Bak Filter dan katub D di gutter *membuka* sehingga air bak filter terbuang dan dalam selang beberapa saat air di bak Interconnecting mengalir melakukan pencucian dan air cucian ini akan dibuang ke bak kontrol.

Dari sini timbul masalah, dimana air di Bak Interconnecting terbuang percuma pada saat air di bak filter belum terbuang keseluruhannya. Agar air di Bak Interconnecting mengalir pada saat air di Bak Filter habis (*level air Bak Filter = tinggi gutter*), maka perlu ditambahkan peralatan hidrolis lagi untuk mengatur aliran di Bak Interconnecting.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. UMUM

Metodologi dalam suatu penelitian mempunyai arti sangat penting, karena dalam bab ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah kerja penelitian guna mencapai tujuan yang seperti diharapkan dalam penulisan tugas akhir ini.

Penelitian yang akan dilakukan meliputi pengamatan profil hidrolis, pengukuran debit dan kekeruhan dengan metoda Hellige Turbidity selama proses filtrasi pada model filter otomatis hidrolis. Pengamatan proses filtrasi yang diamati dengan debit uji 0,24 lt/dt, 0,336 lt/dt dan 0,384 l/dt.

3.2 BAHAN DAN ALAT

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian penentuan volume bak kontrol dan bak interconnection ini adalah terdiri dari bahan untuk media filter pada model otomatis filter hidrolis dan peralatan yang akan dipergunakan.

3.2.1 Bahan Yang Digunakan

- Media filter

Media yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah Media pasir kuarsa yang digunakan dalam unit filter yang diambil Instalasi PDAM Ngagel 1 Surabaya

- Model Filter Otomatis Hidrolis

Model ini terdiri dari 4 bak yang terdiri dari:

- bak inlet
- bak kontrol
- bak filter dan
- bak interconnection

- HCl 20 %

Digunakan untuk merendam pasir yang akan dipakai sebagai media, sehingga ketahanan fisik dari pasir dapat diketahui.

3.2.3. Alat-alat Yang Digunakan

Bahan laboratorium yang dipakai terdiri dari bahan kimia dan alat-alat untuk analisa seperti :

- Oven

Merupakan alat yang dipakai untuk mengeringkan pasir setelah dilakukan penggerusan dan pencucian pada pasir.

- Timbangan

Untuk menimbang pasir pada waktu melakukan analisa ayakan.

- Alat ayakan pasir

Dipakai untuk melakukan Sieve analyses test yaitu analisa ayakan pasir sehingga dapat diperoleh ukuran butiran pasir yang diinginkan.

- Turbidimeter

Merupakan alat untuk mengukur kekeruhan dari air baku dan air hasil filtrasi (filtrat).

3.3 Langkah Kerja Penelitian

Untuk memecahkan masalah dan tercapainya sasaran dari tujuan penelitian tugas akhir tersebut, maka perlu membuat langkah-langkah kerja penelitian sebagai berikut:

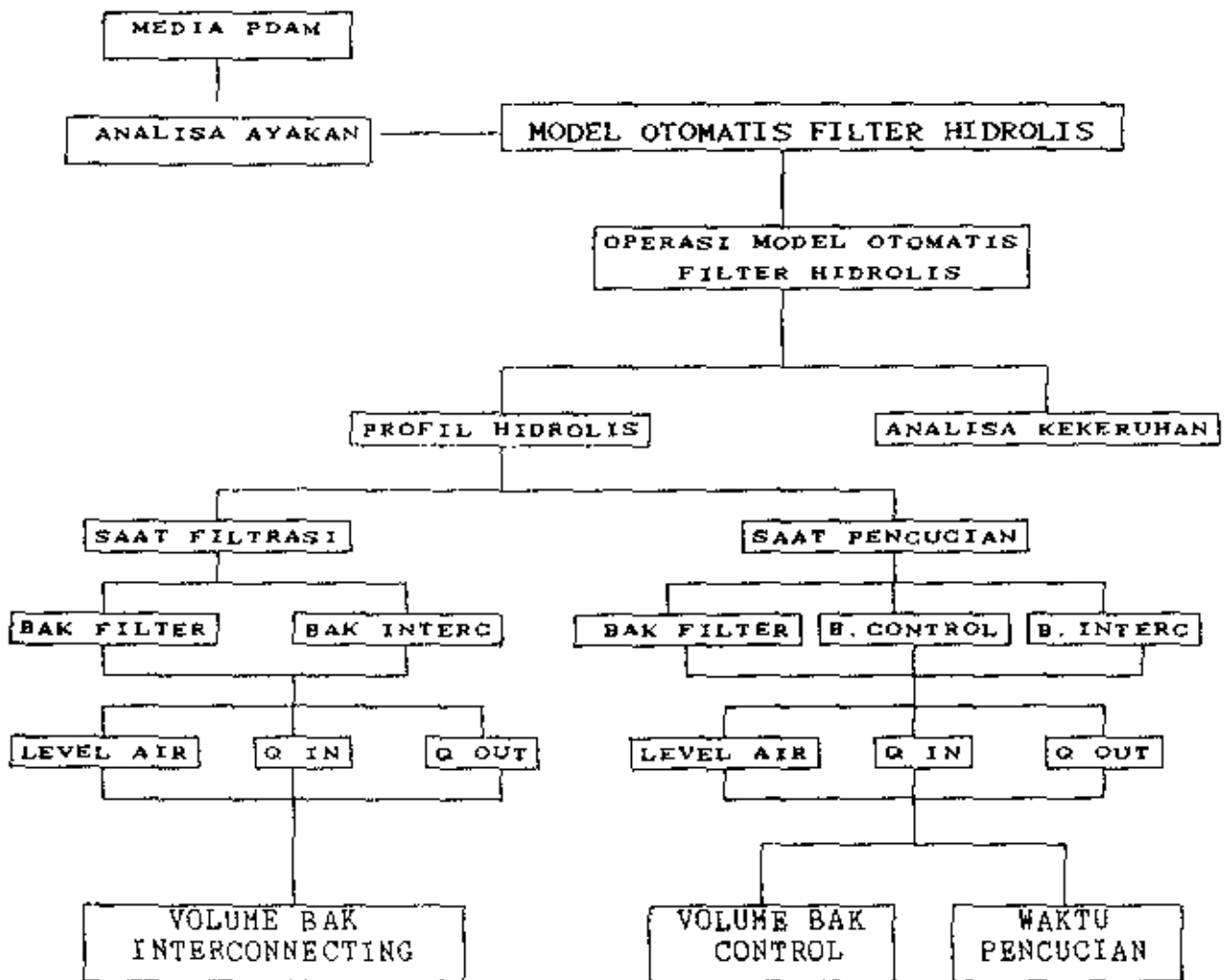
1. Dalam menentukan jenis media dan analisa ayakan media yang dipakai pada model otomatis filter hidrolis disesuaikan dengan jenis media yang dipakai di PDAM Ngagel I Surabaya.
2. Menganalisa kekeruhan yang masuk ke model filter, dimana kekeruhan berasal dari air yang terolah setelah unit sedimentasi.
3. Melakukan analisa profil hidrolis pada model filter saat filtrasi dan saat pencucian.
4. Melakukan penelitian pengukuran debit influent di bak filter dan effluent setelah melalui bak interconnecting selama selang waktu filtrasi dan saat pencucian filter.
5. Melakukan analisa debit yang masuk ke bak kontrol pada saat pencucian filter, dimana debit yang masuk berasal dari bak filter dan bak interconnecting.
6. Melakukan analisa penelitian lama waktu pencucian filter terhadap pengaruh luas bukaan outlet pada bak control dengan melakukan variasi diameter luas bukaan outlet.

7. Melakukan analisa penelitian terhadap level air, debit masuk debit keluar serta volume air pencucian filter yang diperlukan untuk menentukan volume bak interconnecting pada model otomatis filter hidrolis.
8. Melakukan analisa penelitian terhadap level air, debit masuk dan debit keluar pada bak kontrol untuk menentukan volume bak kontrol pada model otomatis filter hidrolis.

3.4. KERANGKA KERJA PENELITIAN

Kerangka kerja penelitian ini sangat penting karena merupakan langkah-langkah kerja yang telah disusun secara berurutan untuk mencapai tujuan yang akan diharapkan. Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini kerangka penelitian dibuat dari acuan metodologi dan tujuan tugas akhir. Flow chart dari kerangka kerja penelitian sebagai berikut.

FLOW CHART KERANGKA KERJA PENELITIAN



3.5. Tahapan Metode Penelitian

3.5.1. Penelitian Media

Dalam penelitian media dalam hal ini media yang digunakan adalah media dari PDAM Ngagel I Surabaya, Penelitian dari jenis media ini meliputi :

- Pencucian Media

Pasir kuarsa yang tersedia dicuci dengan air Kran (PAM). Kemudian dikeringkan di oven pada suhu 105° Celcius selama 24 jam (1 hari). Tujuan dari pencucian adalah untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada butiran-butiran pasir.

- Pengukuran Densitas Media

Untuk mengukur densitas pasir kuarsa dapat dilakukan dengan cara menimbang pasir tersebut sebanyak 250 gram, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur yang sudah diisi dengan air kran (PAM) pada volume 600ml. Densitas dari pasir dapat diketahui sebagai rasio dari berat pasir yang dimasukan ke gelas ukur dengan kenaikan volume air pada saat pasir dimasukan ke gelas ukur.

- Pemeriksaan Media Fisik Media

Pemeriksaan disini dilakukan dengan merendam pasir kuarsa yang tersedia pada larutan hypoclorit (HCl) 20 % selama 24 jam, kemudian di keringka di oven selama 24 jam. Sebelum dan sesudah pengeringan dilakukan penimbangan. Persen berat pengurangan tidak boleh lebih dari 2 %.

- Analisa Ayakan Pasir Kuarsa

Analisa ayakan diperlukan untuk menentukan diameter butir pasir (efektif size) dan % distribusi setiap diameter pasir yang tersedia. Alat yang digunakan adalah ayakan listrik, yang dilengkapi dengan 8 buah saringan pasir, mulai dari mesh 10 sampai mesh 50 (diameter 0,297-2 mm).

Cara kerja :

1. Pasir yang tersedia dicuci dan dikeringkan di oven selama 24 jam pada suhu 105 °C.
2. Timbang 1000 gr pasir, kemudian masukan dalam ayakan listrik yang masing-masing sudah ditimbang dalam keadaan kosong.
3. Operasikan alat selama 30 menit.
4. Timbang setiap ayakan yang berisi pasir.
5. Persen berat dari setiap diameter, yaitu berat dalam tiap saringan dibagi berat total x 100% , kemudian diplotkan dalam grafik sieve analisis.

- Pengukuran Porositas Media

Pengukuran porositas pasir kuarsa dilakukan dengan cara memasukkan pasir ke dalam tabung ukur 500 ml sebanyak 300 ml kemudian di isi air dengan tinggi yang sama. Air yang telah diisikan kedalam tabung merupakan volume rongga antara butiran. Sedangkan volume media adalah luas tabung dikalikan dengan tinggi media. Porositas media adalah hasil bagi volume rongga dengan volume media.

- Metode Pengukuran Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik plankton, dan zat-zat lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Antara kekeruhan dengan kadar semua zat tersuspensi tidak dapat dihubungkan secara langsung, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

Terdapat 3 metode pengukuran kekeruhan yaitu :

- a. Metode Nefelometrik (unit kekeruhan nefelometrik Ntu atau Ftu)
- b. Metode Hellige Turbidimetrik (unit kekeruhan silika mg/l)
- c. Metode Visuil (unit kekeruhan jackson Jtu).

Untuk penelitian disini metode yang dipakai adalah metode Hellige Turbidimetri. Prinsip penetapan kekeruhan dengan cara Hellige adalah membandingkan standart kekeruhan yaitu larutan suspensi silika (SiO_2) dengan contoh air yang akan diperiksa kekeruhannya. Hasil pengukuran dengan Hellige dinyatakan dalam mg/l SiO_2 .

Peralatan yang diperlukan untuk pengukuran kekeruhan dengan cara Hellige adalah sebagai berikut :

1. Hellige Turbidimetri
2. Filter
3. Tabung contoh

Dalam pengukuran ini perlu diperkirakan range kekeruhan dari air yang akan diperiksa kekeruhannya, karena hal ini berhubungan dengan prosedur kerja dari penggunaan alat Hellige Turbidimetri. Pada Tabel 3-1, dapat dilihat pemilihan peralatan yang dipergunakan berdasarkan berbagai unit kekeruhan.

Tabel 3-1 : Penggunaan peralatan berdasarkan tingkat kekeruhan.

No	Unit kekeruhan (mg/l SiO_2)	Filter	Germin	Tabung (mm)
1.	0 - 1,5	dark	tertutup	50
2.	1,5 - 4	dark	tertutup	50
3.	4 - 15	light	tertutup	50
4.	15 - 50	none	tertutup	50
5.	50 - 150	none	tertutup	20

Prosedure kerja :

- Mengocok contoh air yang akan diperiksa kekeruhannya.
- Memasukan contoh air ke dalam tabung sampai tanda batas , kemudian simpan pada sampel holder.
- Menyalakan alat Turbidimeter.
- Menyeimbangkan intensitas cahaya pada titik tengah dengan jalam memutar tombol yang tersedia sampai di dapat intensitas cahaya yang merata.
- Mencatat skala yang ditunjukkan.
- Memplotkan pembacaan skala pada kurva kalibrasi yang sesuai.

- Metode Analisa Debit

Metode analisa debit ini sangat sederhana dengan memakai peralatan seperti :

1. gelas ukur 5 liter
2. stop watch

Prosedur analisa :

1. Menentukan range waktu pengukuran misal $t_0=0$ dt. $t_1= 10$ d
 $t_2= 15$ dt, $t_3= 20$ dt dst.
2. Melakukan pencatatan volume kumulatif pada range waktu yang telah ditentukan, Volume kumulatif dicatat sebagai V_1, V_2, V_3 dan seterusnya
3. Menghitung Debit terukur selama selang waktu dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_t = \frac{V_{t+1} - V_t}{t_{t+1} - t_t} \dots\dots\dots (\text{liter/detik})$$

3.5. Penetapan Volume Bak Interconnection dan Bak Kontrol

3.5.1. Penetapan Volume Bak Interconnection

Penentuan besarnya bak interconnection didapat dari pengamatan beda tinggi air di bak interconnection saat tinggi air maksimum dan minimum. Selisih beda tinggi (Δh) didapatkan dari grafik yang akan dibuat.

Besarnya volume Bak Interconnectin = $\Delta h \times A_{\text{surface Interc.}}$

dimana $A_{\text{surface Interc.}} = (30 \times 80) \text{ cm}^2$.

Untuk mendapatkan nilai Δh dilakukan pengamatan dengan pengoperasian Model Filter Otomatis Hidrolis, dari hasil pengamatan ditabelkan dalam bentuk seperti ini:

Waktu Penelit.	Waktu Operasi	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air di Interc.	Debit keluar	
		FB I	FB II	FB III	FB IV		detik	NTU

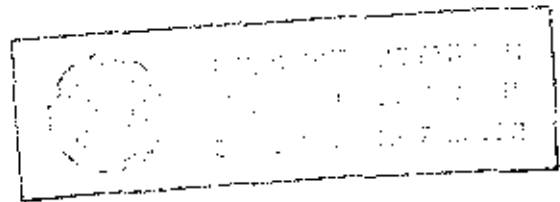
Setelah didapatkan tabel diatas kemudian dibuat perhitungan komulatif air yang tertampung di bak intrconnection selama pengoperasian, sehingga dari perhitungan ini didapatkan perbandingan volume air yang terbuang dengan volume air yang dihasilkan dari proses filtrasi.

3.5.2. Penetapan Volume Bak Kontrol

Pada dasarnya di dalam penentuan volume Bak Kontrol adalah sebanding dengan besarnya volume air yang terbuang dari hasil proses pencucian (back wash), volume air yang terbuang ini ditakar (diukur) dari hasil setiap kali terjadi pencucian.

Didalam penelitian ini yang bertujuan mencari data hasil pengamatan dengan mengoperasikan Model filter otomatis Hidrolis yang pengoperasiannya dengan debit masuk yang dicoba :

- kecepatan filtrasi 0,1 cm/dt, dengan debit masuk ke model 0,24 lt/dt.
- kecepatan filtrasi 0,14 cm/dt, dengan debit masuk ke model 0,336 lt/dt.
- kecepatan filtrasi 0,16 cm/dt, dengan debit masuk ke model 0,384 lt/dt.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGAMATAN

Dalam bab ini berisikan penelitian dan pengamatan yang perlu dilakukan guna mencapai sasaran dari pada tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penelitian yang telah dilakukan meliputi analisa media yang akan digunakan pada Model Filter Otomatis Hidrolis, media yang dipakai yaitu media dari Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya. Sedangkan pengamatan di titik beratkan pada ketinggian hidrolis selama waktu pengoperasian (± 24 jam oprasi).

4.1. Hasil Penelitian Media PDAM Ngagel I Surabaya

Dalam melakukan analisa terhadap Media PDAM ini perlu dilakukan untuk menentukan berapa nilai densitas media (ρ), porositas media (ρ), proporsi ukuran diameter (ϕ) media dan pemeriksaan fisik media (ketahanan terhadap asam HCl). Hasil penelitian terhadap media PDAM Ngagel I Surabaya sebagai berikut:

- Dari perbandingan berat sesudah dan sebelum direndam dengan larutan HCl dapat ditentukan:

Berat awal = 250 gram

Berat setelah direndam = 247,27 gram

- Penentuan Densitas Media (ρ)

Massa Media = 500 gram

Volume media = 180 ml

- Penentuan Porositas Media (f)

Volume total = 300 ml

Volume air = 125 ml

- Penelitian degradasi diameter Media

TABEL 4 - 1 : "Hasil ayakan Media PDAM Ngagel I Surabaya"

Ukuran ayakan		Berat tertahan (gram)
Mesh	mm	
8	2,38	129,72
12	1,68	221,59
16	1,19	447,77
20	0,84	119,30
30	0,59	37,28
40	0,42	8,11
50	0,30	4,79

4.2. Hasil Pengamatan Dari Pengoperasian Model Filter

Hasil pengamatan dari pengoperasian model filter ini dengan menampilkan data hasil pengamatan dengan debit masuk ke model yaitu 0,24 lt/dt, 0,336 lt/dt dan 0,384 lt/dt. Dari debit yang masuk pada model akan didata mengenai tinggi air di filterbed dan di bak interconnection.

- Tabel 4-2 dari pengamatan pada model dengan debit masuk $Q_{in} = 0,24 \text{ Lt/dt}$.
- Tabel 4-3 dari pengamatan pada model dengan debit masuk $Q_{in} = 0,336 \text{ Lt/dt}$.
- Tabel 4-4 dari pengamatan pada model dengan debit masuk $Q_{in} = 0,384 \text{ Lt/dt}$.

Tabel 4 - 2 : Profil Hidroliis saat pengoperasian model dgn $Q = 0,24 \text{ Lt/dt}$, $W = 0,1 \text{ cm/dt}$

Makut Peneliti.	Makut Operasi	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air di Interc.	Makut tampa detik
		FB I	FB II	FB III	FB IV		
22 April							
09.00 ¹	00.00 ¹	35,0	60,5	60,4	60,2	49,3	"
03.15 ¹	00.15 ¹	60,0	60,6	61,7	60,4	57,4	12,28"
03.30 ¹	00.30 ¹	60,1	60,7	61,9	60,5	57,4	-
03.56 ¹ *	00.56 ¹	60,1	60,8	62,0*	60,5	57,4	-
03.58 ¹	00.58 ¹	58,3	59,0	35,0	56,7	35,0	-
04.00 ¹	01.00 ¹	60,1	60,9	57,0	60,6	57,4	12,54"
04.30 ¹	01.30 ¹	60,2	61,1	60,1	60,7	57,4	12,42"
05.00 ¹	02.00 ¹	60,2	61,4	60,2	60,8	57,4	12,46"
06.00 ¹	03.00 ¹	60,5	61,5	60,4	61,1	57,4	12,36"
07.00 ¹	04.00 ¹	60,7	61,6	60,7	61,4	57,4	12,32"
08.00 ¹	06.00 ¹	60,9	61,9	60,8	61,7	57,4	12,68"
10.13 ¹ *	07.13 ¹	61,0	62,0*	60,9	61,8	57,4	-
10.15 ¹	07.15 ¹	59,2	35,0	59,1	60,0	35,0	-
11.00 ¹	08.00 ¹	61,2	60,0	61,2	61,9	57,4	12,73"
11.56 ¹ *	08.56 ¹	61,3	60,1	61,3	62,0*	57,4	-
11.57 ¹	08.57 ¹	59,5	58,3	59,5	35,0	35,0	-
13.00 ¹	10.00 ¹	61,7	60,5	61,5	60,2	57,4	12,58"
15.00 ¹	12.00 ¹	61,9	60,7	61,7	60,5	57,4	12,38"
16.22 ¹ *	13.22 ¹	62,0*	60,6	61,8	60,6	57,4	-
16.24 ¹	13.24 ¹	35,0	59,0	59,0	58,8	35,0	-
17.00 ¹	14.00 ¹	60,1	60,9	61,9	60,7	57,4	12,54"
17.02 ¹ *	14.02 ¹	60,1	60,9	62,0*	60,7	57,4	-
17.04 ¹	14.04 ¹	58,3	59,1	35,0	58,9	35,0	-
19.00 ¹	16.00 ¹	60,4	61,4	60,1	61,2	57,4	12,59"
21.00 ¹	18.00 ¹	60,7	61,7	60,4	61,4	57,4	12,36"
23.00 ¹	20.00 ¹	60,9	61,9	60,6	61,7	57,4	12,48"
23.39 ¹ *	20.39 ¹	61,0	62,0*	60,8	61,9	57,4	-
23.41 ¹	20.41 ¹	59,2	35,0	58,9	59,0	35,0	-

Keterangan : - = Tidak dilakukan pengamatan

-- = Tidak ada aliran keluar

* = Saat akan terjadi back wash

Tabel 4 - 3 : Profil Hidrolis saat pengoperasian model dgn $Q = 0,336 \text{ Lt/dt}$, $VF = 0,14 \text{ cm/dt}$.

Maktu Penelit.	Maktu Operasi	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air di Interco.	Maktu tumpul detik
		FB I	FB II	FB III	FB IV		
28 April							
04.00*	00.00*	35,0	61,5	60,5	61,7	51,2	-
04.15*	00.15*	60,3	61,5	61,1	61,7	58,3	8"87"
04.30*	00.30*	60,5	61,6	61,2	61,8	58,3	8"89"
04.48*	00.48*	60,6	61,7	61,4	62,0*	59,3	-
04.49*	00.49*	58,5	59,6	59,3	35,0	51,2	-
05.00*	01.00*	60,9	61,7	60,5	60,2	52,9	-
05.30*	01.30*	61,1	61,8	61,5	60,3	58,3	9"06"
06.00*	02.00*	61,2	61,9	61,5	60,5	58,3	8"97"
06.20*	02.20*	61,2	62,0*	61,6	60,5	58,3	-
06.21*	02.21*	58,1	35,0	59,5	58,4	51,2	-
07.00*	03.00*	61,4	60,9	61,6	60,8	58,3	8"12"
08.00*	04.00*	61,6	61,2	61,7	61,2	58,3	8"99"
10.00*	06.00*	61,7	61,5	61,9	61,4	58,3	8"87"
10.19*	06.19*	61,7	61,5	62,0*	61,4	58,3	-
10.20	06.20*	59,2	58,9	35,0	59,1	51,2	-
12.00*	08.00*	61,8	61,7	61,2	61,8	58,3	8"82"
13.31*	08.31*	62,0*	61,7	61,3	61,8	58,5	-
13.32*	08.32*	35,0	59,2	58,9	59,3	51,2	-
14.00*	10.00*	60,5	61,8	61,4	61,9	58,3	8"08"
14.12*	10.12*	60,5	61,8	61,4	62,0*	58,3	-
14.13*	10.13*	58,1	59,3	58,9	35,0	51,2	-
15.37*	11.37*	60,6	62,0*	61,5	59,8	58,3	-
15.38*	11.38*	58,2	35,0	59,0	57,8	51,2	-
16.00*	12.00*	61,1	61,2	61,6	60,5	58,3	8"77"
18.00*	14.00*	61,3	61,4	61,8	61,1	58,3	8"94"
19.30*	15.30*	61,3	61,4	62,0*	61,3	58,3	-
19.32*	15.32*	58,9	59,1	35,0	58,7	51,2	-
20.00*	16.00*	61,6	60,8	60,9	61,6	58,3	8"93"
22.00*	18.00*	61,9	60,3	61,1	61,8	58,3	9"07"
22.49*	18.49*	62,0*	60,5	61,3	61,8	58,3	-
22.51*	18.51*	35,0	58,6	58,9	59,2	51,2	-
23.41*	19.41*	60,5	60,6	61,5	62,0*	58,3	-
23.43*	19.43*	58,4	58,7	59,0	35,0	51,2	-
24.00*	20.00*	60,9	60,4	61,7	60,5	58,3	8"97"

Keterangan : - = Tidak dilakukan pengamatan

-- = Tidak ada aliran keluar

* = Saat akan terjadi back wash

Tabel 4 - 4 : Profil Hidrolis saat pengoperasian model dgn $Q = 0,384 \text{ Lt/dt}$, $V_f = 0,16 \text{ cm/dt}$

Maktu Penelit.	Maktu Operasi	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air di Interc.	Maktu tempa detik
		FB I	FB II	FB III	FB IV		
4 Mei							
03.00*	00.00*	35,0	61,7	61,4	60,5	52,6	-
03.15*	00.15*	60,5	61,7	61,4	61,5	58,7	07"78"
03.30*	00.30*	60,5	61,7	61,4	61,5	58,7	07"84"
04.00*	01.00*	60,7	61,8	61,6	59,7	58,7	08"05"
04.30*	01.30*	60,8	61,9	61,7	60,9	58,7	-
04.31**	01.31*	60,8	62,0*	61,7	60,9	58,7	-
04.32*	01.32*	58,1	35,0	59,0	58,3	52,6	07"96"
05.00*	02.00*	60,9	60,5	61,8	61,4	58,7	-
05.46**	02.46*	61,0	60,6	62,0*	61,5	58,7	-
05.47*	02.47*	58,3	57,9	35,0	58,8	52,6	-
06.00*	03.00*	61,2	60,8	60,5	61,6	58,4	08"98"
07.00*	04.00*	61,4	61,1	60,7	61,8	58,7	07"93"
07.44**	04.44*	61,5	61,2	60,8	62,0*	58,7	-
07.45*	04.45*	58,7	58,5	59,1	35,0	52,6	-
09.00*	06.00*	61,8	61,4	61,2	60,7	58,7	07"88"
10.39**	06.39*	62,0*	61,5	61,3	60,8	58,7	-
10.40*	06.40*	35,0	58,7	58,5	59,1	52,6	-
11.00*	08.00*	60,5	61,8	61,8	61,2	58,7	07"59"
11.56**	08.56*	60,6	62,0*	61,9	61,3	58,7	-
11.57*	08.57*	57,8	35,0	59,1	58,5	52,6	-
13.00*	10.00*	61,0	60,7	61,9	61,8	58,7	07"91"
13.04**	10.04*	61,0	60,7	62,0*	61,6	58,7	-
13.05*	10.05*	58,2	57,9	35,0	58,9	52,6	-
15.00*	12.00*	61,4	61,2	60,8	61,9	58,7	07"95"
15.17**	12.17*	61,5	61,3	60,9	62,0*	58,7	-
15.18*	12.18*	59,7	59,4	58,2	35,0	52,6	-
17.00*	14.00*	61,8	61,6	61,3	60,8	58,7	07"83"
18.06**	15.06*	62,0*	61,7	61,4	60,9	58,7	-
18.07*	15.07*	35,0	58,9	58,6	58,2	52,6	-
19.00*	16.00*	60,6	61,9	61,8	61,3	58,7	08"07"
19.30**	16.30*	60,7	62,0*	61,9	61,4	58,7	-
19.31*	16.31*	57,9	35,0	59,1	58,6	52,6	-
20.28**	17.28*	60,8	60,2	62,0*	61,5	58,7	-
20.29*	18.00*	58,0	57,4	35,0	58,8	52,6	-
21.00*	18.00*	61,2	60,6	60,5	61,7	58,7	07"52"
23.00*	20.00*	61,4	61,2	60,9	61,9	58,7	08"85"
23.04**	20.04*	61,4	61,2	60,9	62,0*	58,7	-
23.05*	20.05*	58,7	58,5	58,3	35,0	52,6	-
01.00*	22.00*	61,8	61,5	61,3	61,2	58,7	07"98"

Keterangan : - = Tidak dilakukan pengamatan

-- = Tidak ada aliran keluar

* = Saat akan terjadi back wash

Sedangkan data tentang hasil penelitian Volume air yang tertampung dari proses pencucian dan lamanya waktu filtrasi dan back wash dengan variasi debit terdapat dalam tabel 4-5, 4-6 dan tabel 4-7.

Tabel 4 - 5 : "Hasil pengamatan saat terjadi back wash dan lama proses filtrasi dengan $Q_{in} = 0,24 \text{ lt/dt}$ "

Filter Bed	Proses Filt.ke	Awal-akhir Operasi Pkl.(tgl)	Lama Operasi Jam.mnt	Waktu Backwash mnt'dtk"	Vol. Tertampung di B.Kont liter
I	1	09.00 (23/4) s/d 16.22 (23/4)	13.22'	2'18"	74,5
II	1	21.00 (22/4) s/d 10.13 (23/4)	13.13'	2'43"	68,75
	2	10.15 (23/4) s/d 23.39 (23/4)	13.24'	2'27"	73,5
III	1	15.00 (22/4) s/d 03.56 (23/4)	12.56'	2'33"	72,0
	2	03.58 (23/4) s/d 17.02 (23/4)	13.04'	2'39"	71,0
IV	1	09.00 (22/4) s/d 22.21 (22/4)	13.21'	Tak - Teramati	Tak Teramati
	2	22.23 (22/4) s/d 11.55 (23/4)	13.32'	2'34"	72,5

Tabel 4 - 6 : "Hasil pengamatan saat terjadi back wash dan lama proses filtrasi dengan $Q_{in} = 0,336 \text{ lt/dt}$ "

Filter Bed	Proses Filt.ke	Awal-akhir Operasi Pkl.(tgl)	Lama Operasi jam.mnt	Waktu Backwash mnt'dtk"	Vol. Tertampung di B.Kont liter
I	1	04.00 (28/4) s/d 13.31 (28/4)	09.24'	1'36"	67,5
	2	13.32 (28/4) s/d 22.49 (28/4)	09.17'	1'27"	70,0
II	1	22.00 (27/4) s/d 06.20 (28/4)	09.20'	1'48"	64,5
	2	06.21 (28/4) s/d 15.37 (28/4)	09.16'	1'33"	68,5
III	1	16.00 (27/4) s/d 01.05 (28/4)	09.05'	1'54"	62,75
	2	01.06 (28/4) s/d 10.19 (28/4)	09.13'	1'47"	65,75
IV	1	10.00 (27/4) s/d 19.31 (27/4)	09.31'	Tak Teramati	Tak Teramati
	2	19.33 (27/4) s/d 04.48 (28/4)	09.25'	1'17"	73,5
	3	04.49 (28/4) s/d 14.12 (28/4)	09.23'	1'19"	72,0
	4	14.13 (28/4) s/d 23.41 (28/4)	09.28'	1'24"	71,25

Tabel 4 - 7 : "Hasil pengamatan saat terjadi back wash dan lama proses filtrasi dengan $Q_{in} = 0,384 \text{ lt/dt}$ "

Filter Bed	Proses Filt.ke	Awal-akhir Operasi Pkl.(tgl)	Lama Operasi jam.mnt	Waktu Backwash mnt'dtk"	Vol. Tertampung di B.Kont liter
I	1	03.00 (4 / 5) s/d 10.39 (4 / 5)	07.39'	0'58"	62,75
	2	10.40 (4 / 5) s/d 18.06 (4 / 5)	07.28'	1'02"	58,5
II	1	21.00 (3 / 5) s/d 04.31 (4 / 5)	07.31'	1'07"	57,0
	2	04.32 (4 / 5) s/d 11.56 (4 / 5)	07.24'	1'01"	61,0
	3	11.57 (4 / 5) s/d 19.30 (4 / 5)	07.33'	1'02"	58,0
III	1	15.00 (3 / 5) s/d 22.24 (3 / 5)	07.14'	Tak Teramati	Tak Teramati
	2	22.25 (3 / 5) s/d 05.46 (4 / 5)	07.21'	1'08"	57,0
	3	05.47 (4 / 5) s/d 13.04 (4 / 5)	07.17'	1'04"	57,5
	4	13.05 (4 / 5) s/d 20.28 (4 / 5)	09.23'	1'02"	58,0

lanjutan Tabel 4-7:

Filter Bed	Proses Filt. ke	Awal-akhir Operasi Pkl. (tgl)	Lama Operasi jam.mnt	Waktu Backwash mnt'dtk"	Vol. Tertampung di B.Kont liter
IV	1	09.00 (3 / 5) s/d 16.38 (3 / 5)	07.38'	Tak Teramati	Tak Teramati
	2	16.39 (3 / 5) s/d 00.07 (4 / 5)	07.28'	1'12"	54,5
	3	00.08 (4 / 5) s/d 07.44 (4 / 5)	07.36'	1'19"	53,5
	4	07.45 (4 / 5) s/d 15.17 (4 / 5)	07.32'	1'08"	57,0
	5	15.18 (4 / 5) s/d 23.04 (4 / 5)	07.48'	1'23"	52,0

BAB V

ANALISA DATA

Dalam Bab ini yaitu mengenai analisa data yang telah didapat dan pengamatan dalam pengoperasian Model Filter Otomatis Hidrolis dan juga evaluasi dari sistem instrumen pada model filter. Pertama-tama akan dibahas hasil dari penelitian media filter dari PDAM Ngagel I Surabaya dan analisa selanjutnya.

5.1. ANALISA MEDIA PDAM NGAGEL I SURABAYA

Media filter yang ada di PDAM Ngagel I Surabaya termasuk jenis media pasir kwarsa yang cukup baik untuk digunakan sebagai

media filter. Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa:

- Persentase penyusutan dari pemeriksaan fisik media :

$$\begin{aligned}\% \text{ penyusutan} &= \left[\frac{250 - 247,27}{250} \right] \times 100\% \\ &= 1,092 \%\end{aligned}$$

setelah dilakukan pemeriksaan fisik media hasil penyusutan kurang dari 2 %, maka media dapat dikatakan layak untuk digunakan.

- Penentuan densitas media

$$\begin{aligned}\rho_{\text{media}} &= \frac{\text{Massa media}}{\text{Volume media}} \\ &= \frac{500}{180} = 2,78 \text{ gr/ml} \\ &= 2,78 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ss_{\text{media}} &= \frac{\rho_{\text{media}}}{\rho_{\text{air } t=27^{\circ}\text{C}}} \\ &= \frac{2,78}{0,99654} \\ &= 2,79\end{aligned}$$

- Porositas Media

$$\begin{aligned}f_{\text{media}} &= \frac{\text{Volume air}}{\text{Volume total}} \\ &= \frac{125 \text{ ml}}{300 \text{ ml}} \\ &= 0,417\end{aligned}$$

Nilai densitas media 2,79 dan nilai porositas dari media sebesar 0,417 hal ini cukup baik karena proses terjadi sedimentasi pada permukaan media dapat terjadi dan tidak cepat menimbulkan clogging. Media jenis kwarsa ini mampu mengikat ion-ion positif pada koloid matter yang berasal dari flok-flok yang mengandung kation positif seperti besi dan aluminium.

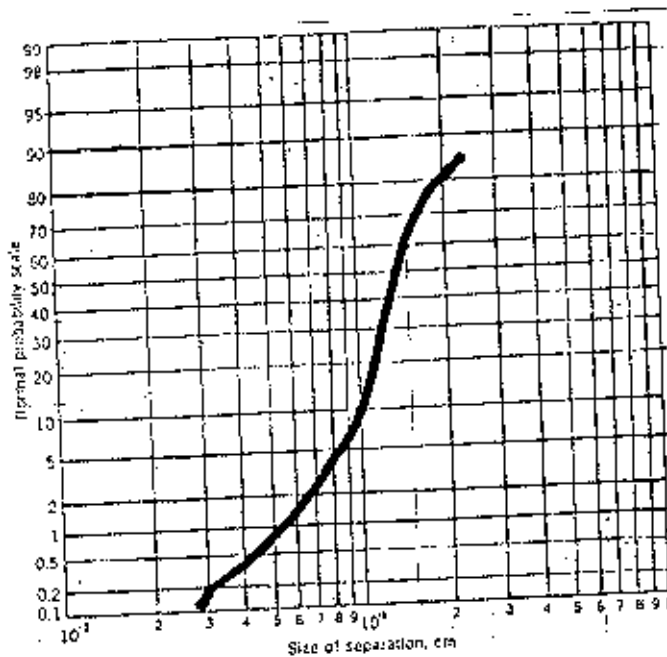
Sedangkan dari hasil analisa ayakan media filter PDAM Ngagel I Surabaya dapat dilihat dalam tabel 5-1 sebagai berikut :

Tabel 5 -1 : "Hasil ayakan media PDAM Ngagel I Surabaya"

Diameter		Berat ter- tahan (mm)	Berat Lolos	% Berat Lolos
Mesh	Ø mm			
8	2.38	129.72	870.28	87.03
12	1.68	221.59	648.69	64.87
16	1.19	477.77	170.91	17.09
20	0.84	119.3	51.62	5.16
30	0.59	37.28	14.34	1.43
40	0.42	9.11	5.23	0.52
50	0.29	4.79	0.44	0.04

Dari tabel 5-1 dapat dibuat grafik distribusimedia seperti pada grafik 5-1 sebagai berikut :

Grafik 5 - 1 : "Distribusi butiran PDAM Ngagel I Surabaya"



$$\begin{aligned} \text{Ukuran efektif (Es)} &= P_{10} = 1 \cdot 10^{-1} \text{ cm} \\ P_{50} &= 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien keseragaman (Uc)} = \frac{P_{50}}{P_{10}} = \frac{1,5 \cdot 10^{-1} \text{ cm}}{1 \cdot 10^{-1} \text{ cm}} = 1,5$$

5.2. Penentuan Volume Bak Interconnection dan Bak Kontrol

5.2.1. Volume Bak Interconnection

Dalam pengamatan yang dilakukan dengan variasi debit 0,24 lt/dt, 0,336 lt/dt dan 0,384 lt/dt didapatkan hasil tinggi air di bak interconnection yang berbeda-beda. Sedangkan tinggi air di filter bed dalam selang waktu mengalami kenaikan dari 35 cm sampai 62 cm, tinggi air 62 cm tersebut merupakan batas tinggi air maksimum di filter bed yang mampu menaikkan pelampung C.

Dalam menentukan besarnya volume bak interconnection yang berfungsi untuk menampung dapat Volume air hasil filtrasi dapat ditentukan dari jumlah volume air yang dihasilkan selama 1 hari. Besarnya volume yang dihasilkan dengan debit filtrasi dengan 0,24 lt/dt, 0,336 lt/dt dan 0,384 l/dt dapat dilihat dalam tabel 4-2, tabel 4-3 dan tabel 4-4.

Tabel 5-2 : Perhitungan volume air terfiltrasi dgn $Q = 0,24 \text{ Lt/dt}$, $VF = 0,1 \text{ cm/dt}$

Maktu Penelit.	Maktu Operasi	Maktu Tampung (dt)	waktu tampung (desimal)	Debit ukur	t2-t1 (mnt)	total Volume (Lt)	Total Volume Kumulatif
22 April							
03.00*	00.00*	-	0	0	0	0	0
03.15*	00.15*	12,28"	12.28	0.2442	15	219.86970	219.86970
03.30*	00.30*	-	12.54	0.2392	30	430.62200	650.49171
03.56**	00.56*	-	12.54	0.2392	26	373.20574	1023.6974
03.58*	00.58*	-	0	0	2	0	1023.6974
04.00*	01.00*	12,54"	12.54	0.2392	2	28.706138	1052.4055
04.30*	01.30*	12,42"	12.42	0.2415	30	434.78260	1487.1882
05.00*	02.00*	12,46"	12.46	0.2407	30	439.38683	1920.5750
06.00*	03.00*	12,36"	12.36	0.2427	60	873.78640	2794.3614
07.00*	04.00*	12,32"	12.32	0.2435	60	876.62387	3670.9848
09.00*	06.00*	12,68"	12.68	0.2365	120	1703.4700	5374.4548
10.13**	07.13*	-	12.73	0.2356	73	1032.2073	6406.6622
10.15*	07.15*	-	0	0	2	0	6406.6622
11.00*	08.00*	12,73"	12.73	0.2356	45	636.23222	7042.9544
11.55**	08.55*	-	12.58	0.2384	55	786.96343	7829.9178
11.57*	08.57*	-	0	0	2	0	7829.9178
13.00*	10.00*	12,58"	12.58	0.2384	63	901.43084	8731.3487
15.00*	12.00*	12,38"	12.38	0.2423	120	1744.7495	10476.098
16.22**	13.22*	-	12.54	0.2392	32	1177.0384	11653.131
16.24	13.24*	-	0	0	2	0	11653.131
17.00*	14.00*	12,54"	12.54	0.2392	96	1377.9504	13031.122
17.02**	14.02*	-	12.59	0.2382	2	28.594122	13059.716
17.04*	14.04*	-	0	0	2	0	13059.716
19.00*	16.00*	12,59"	12.59	0.2382	116	1658.4590	14718.175
21.00*	18.00*	12,36"	12.36	0.2427	120	1747.5728	16465.748
23.00*	20.00*	12,48"	12.48	0.2403	120	1730.7692	18196.517
23.39**	20.39*	-	12.48	0.2403	39	562.5	18759.017
23.41*	20.41*	-	0	0	2	0	18759.017
	24.00*	-	12.48	0.2403	199	2870.1923	21629.209

Tabel 5-3 : Perhitungan volume air terfiltrasi dgn $Q = 0,386 \text{ Lt/dt}$, $W_F = 0,14 \text{ cm/dt}$

Maktu Peneliti.	Maktu Operasi	Maktu Tampung (dt)	waktu tampung (desimal)	Debit ukur	t2-t1 (min)	total volume (lt)	Total Volume Kumul.
28 April							
04.00'	00.00'	0	0	0	0	0	0
04.15'	00.15'	8" 57 "	8.87	0.3882	15	304.39684	304.39684
04.30'	00.30'	8" 59 "	8.89	0.3874	16	303.71203	608.10887
04.45'	00.45'	-	9.06	0.3811	12	238.41059	846.51947
04.49'	00.49'	-	0	0	1	0	846.51947
05.00'	01.00'	-	9.06	0.3811	11	218.54304	1065.0625
05.30'	01.30'	9" 06 "	9.06	0.3811	30	596.02649	1661.0890
06.00'	02.00'	8" 57 "	8.97	0.3844	30	602.00668	2263.0957
06.20'	02.20'	-	9.12	0.3289	20	394.73684	2657.8325
06.21'	02.21'	-	0	0	1	0	2657.8325
07.00'	03.00'	9" 12 "	9.12	0.3289	39	769.73684	3427.5693
08.00'	04.00'	8" 59 "	8.99	0.3337	60	1201.3348	4628.9042
10.00'	06.00'	8" 57 "	8.87	0.3382	120	2435.1747	7064.0789
10.19'	06.19'	-	8.82	0.3401	19	387.75510	7451.8340
10.20'	06.20'	-	0	0	1	0	7451.8340
12.00'	08.00'	8" 52 "	9.82	0.3401	100	2040.9163	9492.6503
13.31'	08.31'	-	9.08	0.3303	31	614.53744	10107.187
13.32'	08.32'	-	0	0	1	0	10107.187
14.00'	10.00'	9" 08 "	9.08	0.3303	68	1348.0176	11455.205
14.12'	10.12'	-	8.77	0.3420	12	246.29418	11701.499
14.13'	10.13'	-	0	0	1	0	11701.499
15.37'	11.37'	-	9.77	0.3420	84	1724.0592	13425.558
15.38'	11.38'	-	0	0	1	0	13425.558
16.00'	12.00'	8" 77 "	8.77	0.3420	22	451.53938	13877.098
18.00'	14.00'	8" 54 "	8.94	0.3365	120	2416.1073	16293.205
19.30'	15.30'	-	8.93	0.3369	90	1814.1097	18107.315
19.32'	15.32'	-	0	0	2	0	18107.315
20.00'	16.00'	8" 53 "	8.93	0.3359	28	564.38969	18671.705
22.00'	18.00'	9" 07 "	9.07	0.3307	120	2381.4773	21053.182
22.49'	19.49'	-	8.97	0.3344	49	983.27759	22036.460
22.51'	19.51'	-	0	0	2	0	22036.460
23.41'	19.41'	-	8.97	0.3344	50	1003.3444	23039.804
23.43'	19.43'	-	0	0	2	0	23039.804
24.00'	20.00'	8" 57 "	8.97	0.3344	17	341.13712	23380.941
			8.97	0.3344	240	4816.0536	28196.995

Tabel 5-4 : Perhitungan volume air terfiltrasi dgn $Q = 0,376 \text{ Lt/dt}$, $W_f = 0,14 \text{ cm/dt}$

Maktu Persepsi	Maktu Operasi	Maktu Tempung (dt)	Maktu Tempung (desimal)	Rebit ukur	tz-t1 (mnt)	Total Volume (lt)	Total Volume Kumulatif
4 Mei							
03.00*	00.00*	-	0	0	0	347.04370	347.04370
03.15*	00.15*	07*28**	7.78	0.3856	15	344.38275	691.43145
03.30*	00.30*	07*34**	7.84	0.3826	15	344.38275	1035.81420
04.00*	01.00*	08*05**	8.05	0.3775	30	670.80740	1706.62160
04.30*	01.30*	-	7.96	0.3769	1	678.33195	2040.6308
04.51**	01.31*	-	7.96	0.3768	1	22.613065	2063.2439
04.32*	01.32*	-	0	0	1	0	2063.2439
05.00*	02.00*	07*56**	7.96	0.3768	28	633.16582	2696.4097
05.46**	02.46*	-	8.96	0.3310	46	922.0489	3618.4587
05.47*	02.47*	-	0	0	1	0	3618.4587
06.00*	03.00*	08*58**	8.98	0.3340	13	260.57906	3879.0378
07.00*	04.00*	07*53**	7.93	0.3783	60	1361.9167	5240.9545
07.44**	04.44*	-	7.88	0.3802	44	1005.0701	6246.0207
07.48*	04.48*	-	0	0	1	0	6246.0207
09.00*	06.00*	07*58**	7.98	0.3807	75	1713.1979	7959.2287
10.39**	06.39*	-	7.59	0.3952	39	924.90118	8884.1298
10.40*	06.40*	-	0	0	1	0	8884.1298
11.00*	08.00*	07*59**	7.59	0.3952	30	1697.2832	10781.363
11.56**	08.56*	-	7.91	0.3792	56	1274.3362	12055.699
11.57*	08.57*	-	0	0	1	0	12055.699
13.00*	10.00*	07*51**	7.91	0.3742	63	1433.6203	13489.327
13.04*	10.04*	-	7.95	0.3773	4	90.566087	13579.893
13.05*	10.05*	-	0	0	1	0	13579.893
15.00*	12.00*	07*55**	7.95	0.3723	115	2603.7735	16183.667
15.17**	12.17*	-	7.83	0.3831	17	390.80459	16574.471
15.18*	12.18*	-	0	0	1	0	16574.471
17.00*	14.00*	07*33**	7.83	0.3831	102	2344.8275	18919.299
18.06**	15.06*	-	8.07	0.3717	65	1472.1189	20391.418
18.07*	15.07*	-	0	0	1	0	20391.418
19.00*	16.00*	08*07**	8.07	0.3717	53	1182.1561	21573.574
19.30**	16.30*	-	7.52	0.3989	30	718.08510	22291.659
19.31*	16.31*	-	0	0	1	0	22291.659
20.28**	17.28*	-	7.52	0.3939	57	1364.3617	23656.021
20.29*	17.29*	-	0	0	1	0	23656.021
21.00*	18.00*	07*52**	7.52	0.3889	31	742.02127	24398.042
23.00*	20.00*	07*56**	7.96	0.3816	120	2748.0916	27146.134
23.04**	20.04*	-	7.46	0.4021	4	96.514245	27242.649
23.05*	20.05*	-	0	0	1	0	27242.649
01.00*	22.00*	07*50**	7.98	0.3739	115	2593.9849	29836.633
	24.00*	-	7.96	0.3759	120	2706.7669	32543.400

Dari data pengamatan dan tabel perhitungan volume air hasil filtrasi didapatkan :

- Tabel 5-2, Volume air hasil filtrasi yang tertampung dalam bak interconnection dengan debit masuk ke model filter sebesar 21.8229,209 liter (perhitungan teoritis berdasar pada hasil penelitian) dan terjadi 6 kali proses pencucian
- Tabel 5-3, didapat volume sebesar 28.196,995 liter dengan terjadinya pencucian 9 kali dengan debit masuk ke model sebesar 0,336 lt/dt.
- Tabel 5-4, didapat volume sebesar 32.543,400 liter dengan terjadinya pencucian 11 kali dengan debit masuk ke model 0,384 lt/dt.

Didalam tabel 5-5 yang didapatkan dari hasil interpolasi data tabel 4-2 dan tabel 4-5, tabel 5-6 dari data tabel 4-3 dan tabel 4-6, sedangkan tabel 5-7 dari data tabel 4-4 dan tabel 4-7. Contoh interpolasi data tabel 4-2:

- Waktu Filtrasi 0 jam untuk semua filter bed tinggi air sama dengan tinggi gutter pada model = 35 cm
- Waktu operasi 1 jam dari masing-masing Filter bed :

$$\text{FB I} = 60,1 \text{ cm}$$

$$\text{FB II} =$$

$$(0 \text{ jam}) \quad 10.15' \xrightarrow{1 \text{ jam}} 11.15'$$

$$= \left\{ \frac{60,5 - 60,0}{13.00' - 11.00'} \times (11.15' - 11.00') \right\} + 60,0$$

$$= \left[\frac{0,5}{120'} \times 15' \right] + 60,0 = 60,6$$

$$\text{FB III} =$$

$$(0 \text{ jam}) \quad 03.58' \xrightarrow{1 \text{ jam}} 04.58'$$

$$= \left\{ \frac{60,2 - 60,1}{05.00' - 04.30'} \times (04.58' - 04.30') \right\} + 60,1$$

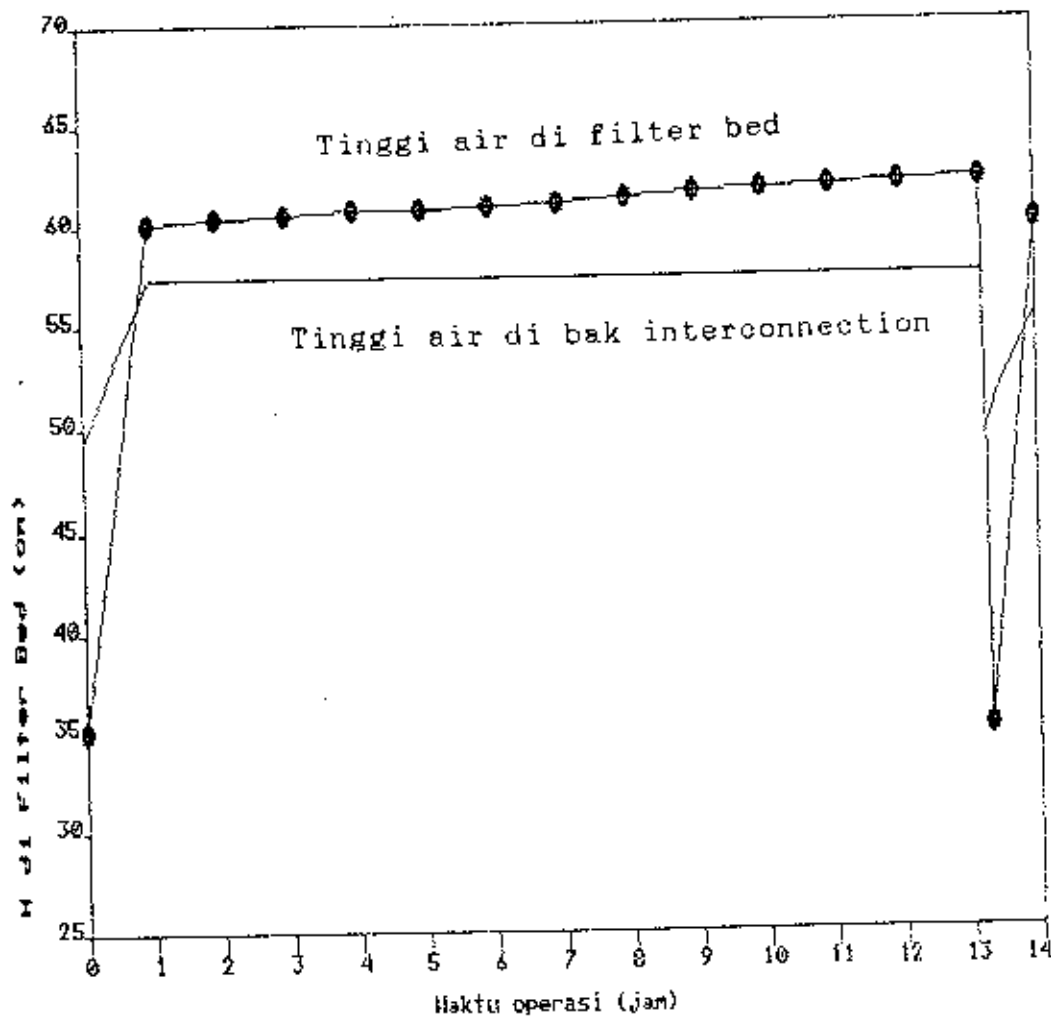
$$= \left[\frac{0,1}{30'} \times 28' \right] + 60,1 = 60,09$$

Tabel 5 - 5 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk 0,24 l/dt"

Waktu Filtrasi (jam)	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air FB Rata-rata (cm)
	I	II	III	IV	
0	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
1	60,10	60,08	60,08	-	60,08
2	60,20	60,31	60,39	60,27	60,29
3	60,50	60,52	60,68	60,42	60,53
4	60,70	60,62	60,79	60,55	60,67
5	60,80	60,72	60,89	60,65	60,77
6	60,90	60,82	61,04	60,82	60,90
7	61,05	60,93	61,19	61,07	61,06
8	61,20	61,40	61,39	61,25	61,31
9	61,35	61,50	61,59	61,48	61,48
10	61,50	61,60	61,89	61,65	61,61
11	61,65	61,75	61,79	61,75	61,74
12	61,80	61,90	61,91	61,92	61,89
Waktu rata-rata filtrasi 13.13' tinggi air di FB = 62 cm					

Dari tabel 5-5 didapat tinggi air rata-rata di filter bed selama proses filtrasi berlangsung dan tinggi air di bak interconnection dari tabel 4-2 dibuat grafik 5-2 yang menggambarkan adanya kenaikan head loss selama berlangsungnya proses filtrasi, maka dapat dibuat grafik sebagai berikut :

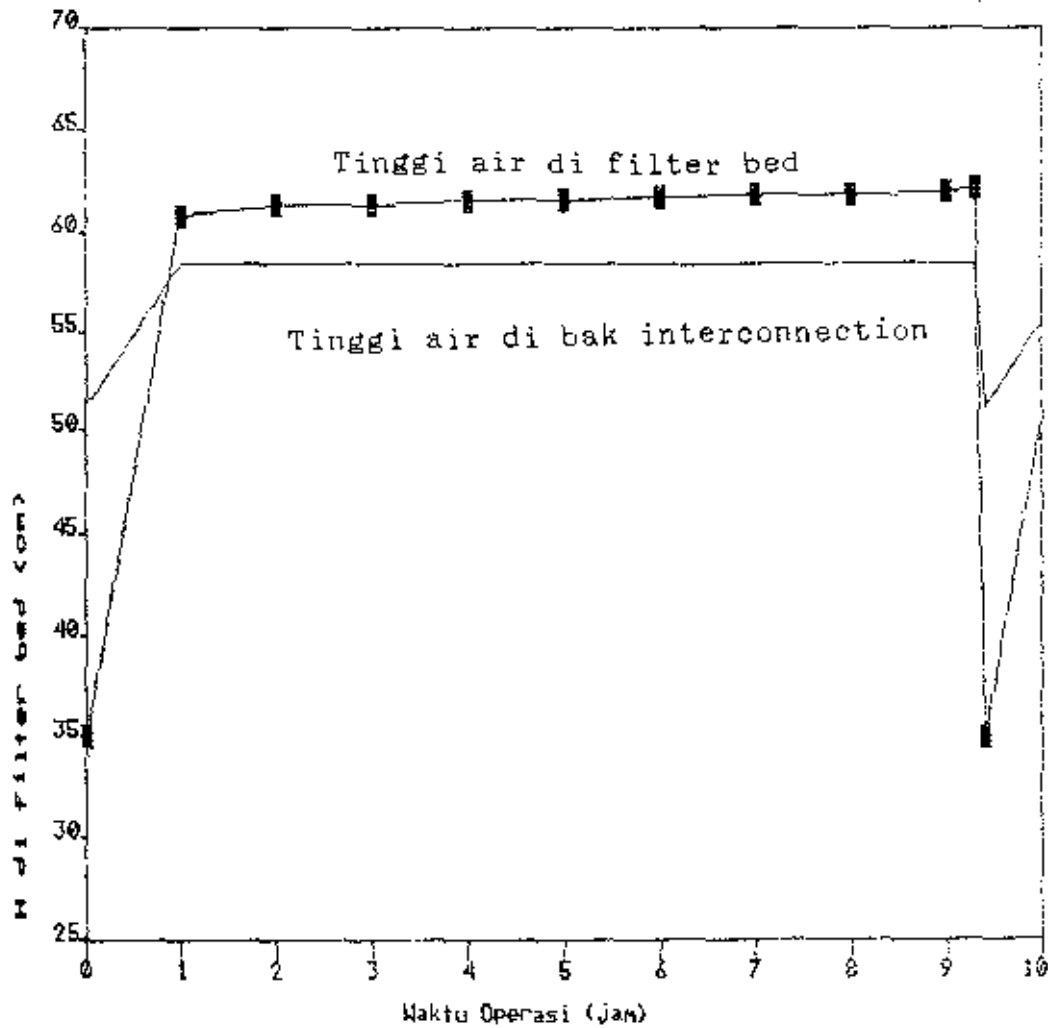
Grafik 5 - 2 : "Perubahan head loss selama filtrasi dengan debit model 0,24 lt/dt"



Tabel 5 - 6 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk 0,336 dt/dt"

Waktu Operasi (jam)	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air FB Rata-rata (cm)
	I	II	III	IV	
0	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
1	60,09	60,97	60,40	60,78	60,76
2	61,20	61,30	61,10	60,70	61,33
3	61,40	61,42	61,27	61,10	61,30
4	61,60	61,61	61,43	61,32	61,49
5	61,65	61,65	61,52	61,47	61,57
6	61,70	61,72	61,71	61,58	61,68
7	61,75	61,80	61,73	61,68	61,74
8	61,80	61,83	61,84	61,78	61,81
9	61,90	61,87	61,97	61,88	61,91
Waktu rata-rata filtrasi 09.20' tinggi air di FB = 62 cm					

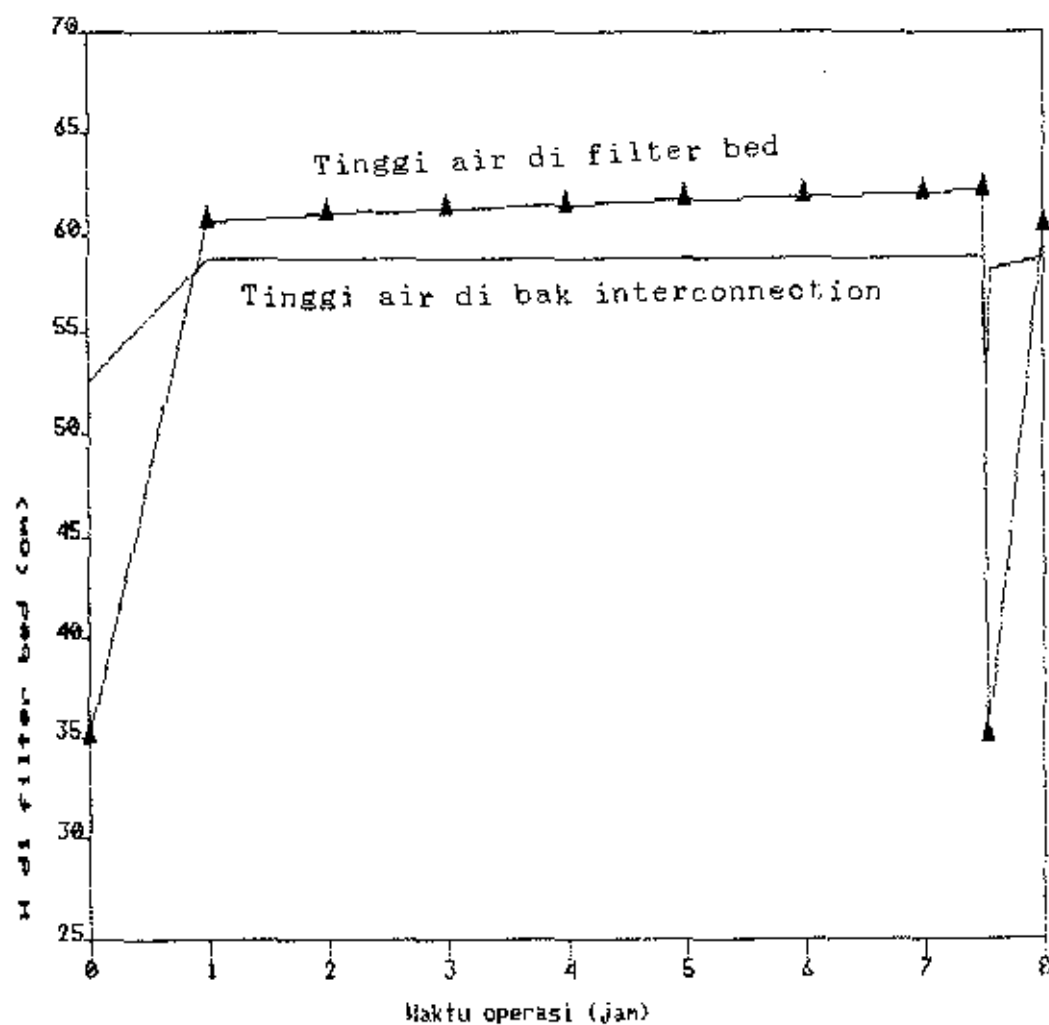
Grafik 5 - 3 : "Perubahan head loss selama filtrasi dengan debit model 0,336 lt/dt"



Tabel 5 - 7 : "Tinggi air di Filter Bed rata-rata pada debit masuk 0,384 cm/dt"

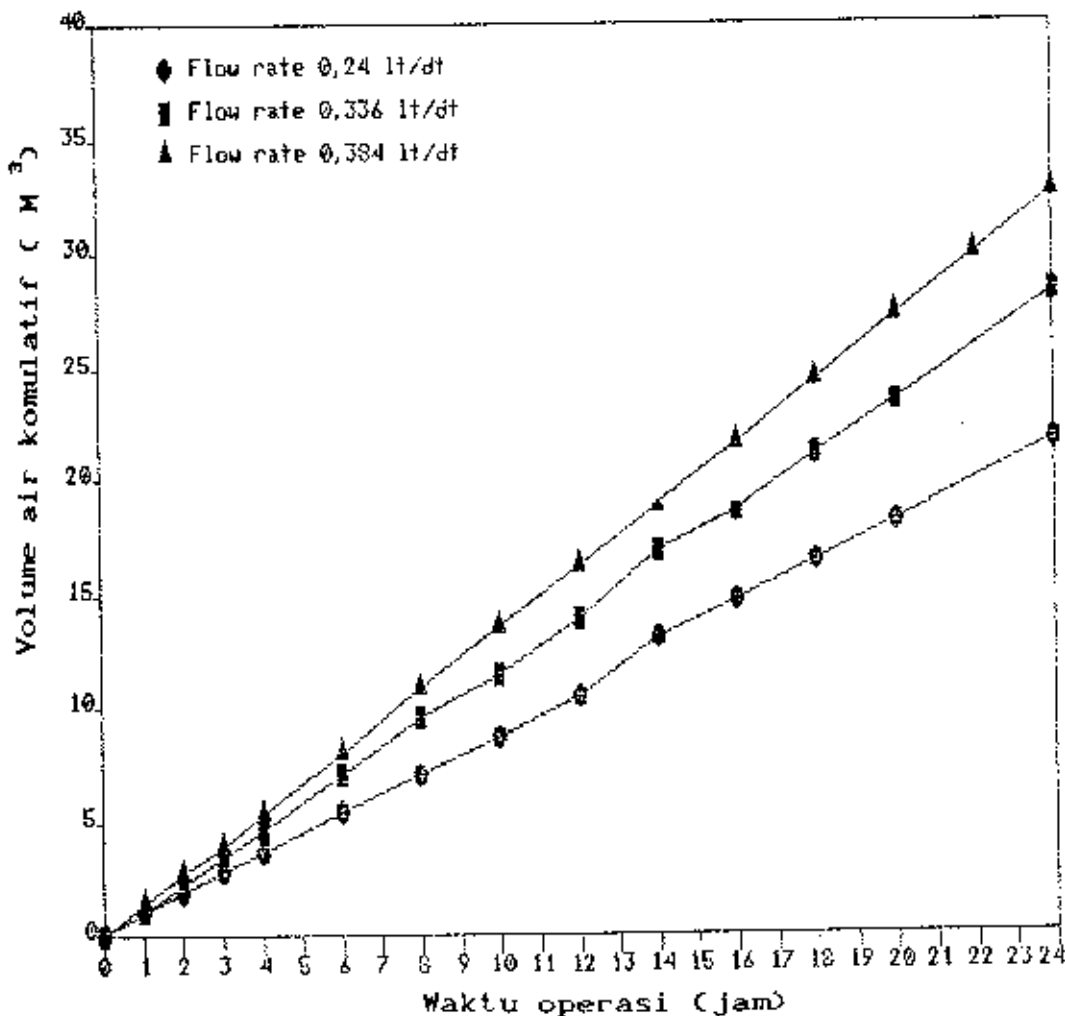
Waktu Operasi (jam)	Tinggi air di Filter Bed				Tinggi air FB Rata-rata (cm)
	I	II	III	IV	
0	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
1	60,70	60,65	60,64	60,50	60,62
2	61,90	60,95	60,98	60,92	60,94
3	61,20	61,18	61,33	61,18	61,22
4	61,40	61,33	61,56	61,38	61,42
5	61,60	61,50	61,76	61,58	61,61
6	61,80	61,71	61,84	61,74	61,78
7	61,92	61,91	61,89	61,89	61,90
Waktu rata-rata filtrasi 07.31' tinggi air di FB = 62 cm					

Grafik 5 - 4 : "Perubahan head loss selama filtrasi dengan debit model 0,384 lt/dt"



Untuk mengetahui besarnya volume air yang terfiltrasi dan volume air yang terbuang dari model filter otomatis hidrolis ini dapat ditunjukkan dari hasil perhitungan tabel 5-2, tabel 5-3 dan tabel 5-4. Dari tabel-tabel tersebut bila dibuat grafik yang seperti pada grafik 5-5 akan terlihat besarnya volume air yang dihasilkan selama waktu operasi dalam satu hari.

Grafik 5 - 5 : "Volume air yang tertampung di bak interconnection dalam satu hari"



Dari grafik 5- 5 dapat disimpulkan dari debit filtrasi yang dilakukan yaitu 0,24 lt/dt, 0,336 lt/dt dan 0,384 lt/dt memberikan pengaruh pada :

- Volume air yang tertampung di bak interconnection tergantung dari rate filtrasi, jadi dengan debit yang lebih kecil akan dihasilkan lama operasi yang lebih panjang dan hasil volume air yang terfiltrasi lebih kecil dalam satu hari.
- Lama operasi Yang panjang menunjukan bahwa penyumbatan di pori media terjadi lebih lama untuk debit yang lebih kecil sehingga, terjadi penetrasi koloid matter pada lapisan media lebih dalam.

5.4. Prosentase Air Untuk Pencucian Media

Jumlah volume air yang terbangung rata-rata perhari proses pencucian masing-masing debit filtrasi sebesar :

- Debit filtrasi 0,24 lt/dt

back wash terjadi 6 kali/hari

Volume air terbangung total = 72,04 lt x 6 /hari = 432.24 lt

Prosen terbangung = $\frac{432,24}{21.629,209} \times 100\% = 1.99 \%$

- Debit filtrasi 0,336 lt/dt.

back wash terjadi 9 kali/hari

Volume air terbangung total 88,53 lt x 9 /hari = 816.77 lt

Prosen terbangung = $\frac{816,77}{28.198,995} \times 100\% = 2,18 \%$

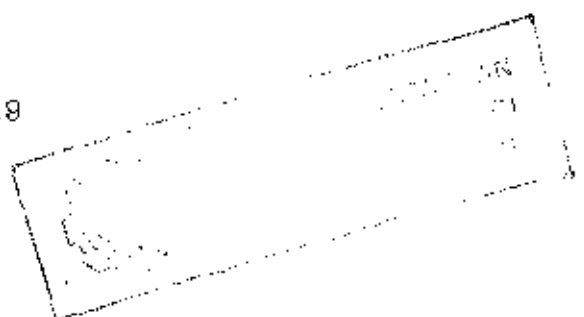
- Debit filtrasi 0,384 lt/dt

back wash terjadi 11 kali/hari

Volume air terbangung total 57,23 lt x 12 /hari = 686,76 lt

Prosen terbangung = $\frac{686,76}{32.543,40} \times 100\% = 2,11 \%$

Dari literatur ⁽³⁾ disebutkan bahwa volume air kotor yang terbangung dari proses pencucian pada filter sekitar 1 sampai 5 persen dengan persen rata-rata 2 sampai 3. Jadi volume air yang terbangung dari model filter masih memenuhi ketentuan tersebut.



B A B VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Setelah selama pengoperasian Model Filter dan pengamatan yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan :

1. Bahwa media yang dipakai di PDAM Ngagel I Surabaya layak untuk digunakan sebagai media filter di Instalasi Pengolahan Air Bersih, tetapi tidak cocok untuk digunakan sebagai media pada Model Filter karena pada saat pencucian media tidak terangkat.

Tidak terangkatnya media disebabkan Head antara tinggi air di Interconnection dengan gutter kurang cukup memberikan kecepatan Back Wash.

2. Dari hasil air yang telah di produksi (outlet Filter) ternyata penurunan kekeruhan tidak cukup menjamin bahwa air yang telah dihasilkan dari Model Filter Hidrolis lebih besar dari 5 NTU (Peraturan Menteri Kesehatan RI No :416/IX/1990), hal ini disebabkan tebal media hanya 15 cm.

3. Hasil dari perhitungan prosentase air untuk pencucian media didapatkan hasil sebagai berikut :

- Debit filtrasi 0,24 lt/dt

Volume Air tertampung di bak interconnection = $21,63 \text{ m}^3/\text{hari}$

Volume air pencuci 432,2 lt/hari dengan prosen air untuk pencucian 1,99 %.

- Debit filtrasi 0,336 lt/dt

Volume Air tertampung di bak interconnection = $28,2 \text{ m}^3/\text{hari}$

Volume air pencuci 616,8 lt/hari dengan prosen air untuk pencucian 2,18 %.

- Debit filtrasi 0,384 lt/dt

Volume Air tertampung di bak interconnection = $32,54 \text{ m}^3/\text{hari}$

Volume air pencuci 686,8 lt/hari dengan prosen air untuk pencucian 2,11 % yang tertampung dari proses pencucian media.

6.2. SARAN-SARAN

Agar penerapan model pada keadaan sesungguhnya dilapangan dapat menjadi kenyataan, maka penulis menyarankan beberapa hal:

1. Penelitian head loss yang terjadi dengan tebal media yang memenuhi kriteria design.
2. Level air di bak Interconnection dibuat lebih tinggi , dengan arti dimensi tinggi bak Interconnection dan bak filter dibuat lebih tinggi.
3. Jenis media untuk Model Filtrasi ini hendaknya dipakai dari media dengan spesifik gravity (Sg) lebih kecil dari pasir kuarsa.
4. Untuk kekeruhan yang berbeda dan berfluktuasi perlu dilakukan penelitian untuk menentukan volume air back wash yang diperlukan
5. Sistim hidrolis perlu ditinjau kembali dengan rancangan menutupnya katub gutter saat akhir bach wash secara perlahan-lahan, hal ini dimaksudkan agar media nantinya dapat tersusun dengan diameter terkecil di bagian atas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Environmental Sanitation Information Center, No 12 Desember 1983, Bangkok, " *Water Filtration Technologies for Depeloving Countries* ".
2. Prof. ir. L. Huisman, Delf University of Technoloy, 1974 " *Rapid Filtration Part 1* ".
3. Tom D. Reynold, Wasdworth inc Belmont California 1972, " *Unit Operation And Processes in Environmental Engineering* ".
4. Ir. Anggrahini MSc, 1980, " *Hidrolika* ".
5. Ven Te Chow, Airlangga Jakarta, 1985, " *Hidolika Saluran Terbuka* ".
6. Dhristopher R. Schulz and Daniel A. Okun, Jhon Wiley & Sons, Canada 1984, " *Surface water treatment For Communities in Depeloving countries* ".
7. Linvil G. Rich, Jhon Wiley & Sons, USA 1961, " *Unit Operation of sanitary engineering* ".
8. Gordon M, Fair / Jhon C. Geyer / Daniel A. Okun, Jhon Wiley & Sons, New York 1968, " *Water And Wastewater Engineering, Vol.2* ".

9. Ives, Kenneth, J.M. ASCE-Shoji, Ihsan, Division Agustus 1965, *"Journal Of The Sanitary Engineering"*.
10. Sanks, Robert, 4th Edision 1982, *"Water Treatment Plant Design For Practicing Engineering"*.
11. Degremont, Publ. Halsted Press, New york , 5th Edision, *"Water Treatmen Hand Book"*.
12. Tugas Akhir, Komang Raka M., Teknik Lingkungan FTSP-ITS, 1992, *"Otomatisasi Operasi Saringan Filter Cepat"*

LAMPIRAN

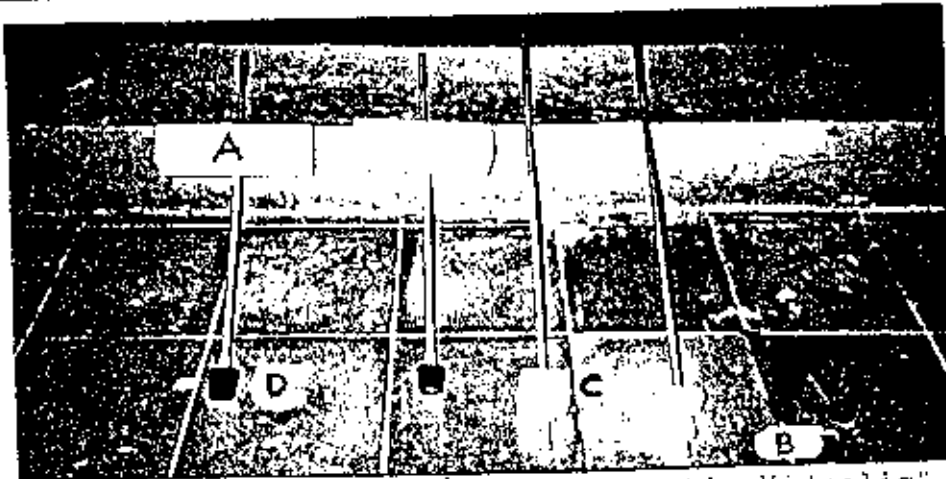


Foto 1 : "Katup dan Pelampung Otomatis Hidrolis".

A = Pelampung di bak filter

B = Katub inlet

C = Pelampung di bak kontrol

D = Katub Gutter

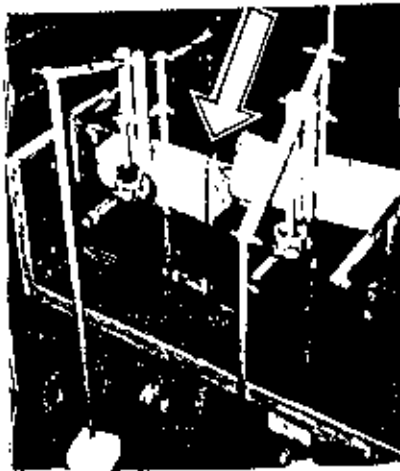


Foto 2 : "Pemasangan Instrumen Otomatis Hidrolis".



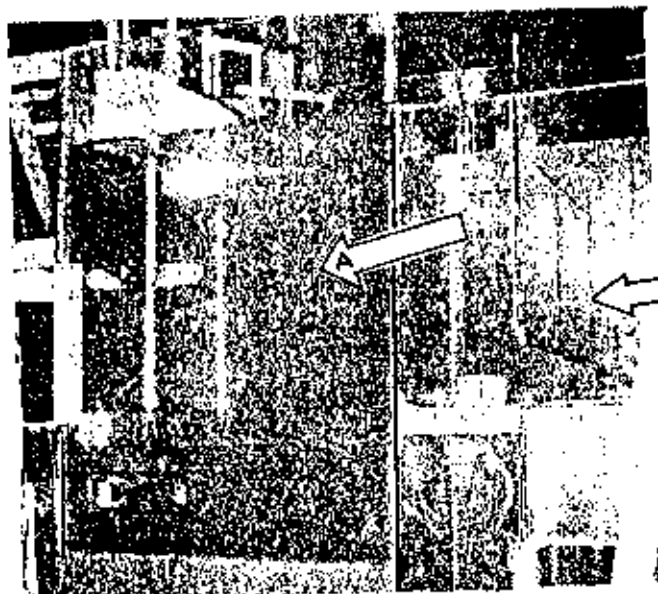


Foto 3 : "Perbedaan Tinggi air di Bak Filter (A) dan Bak Interconnection (B)".



Foto 4 : "Perbedaan Tinggi air di Bak Filter (A) dan Bak Kontrol (C)".

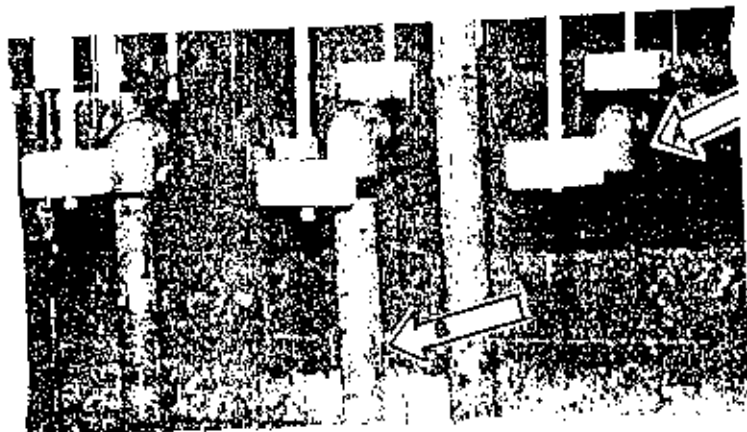


Foto 5 : "Bentuk Saluran Pembuang dari Gutter ke
Bak Kontrol".